The National Incinerator Testing and Evaluation Program

Environment Canada Environnement Canada

Canada

CANADA'S GREEN PLAN

For more copies, please write to
Enquiry Centre
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Cat. No. En 21-97/1991
ISBN 0-662-58053-2
March 1991

© Ministry of Supply and Services Canada 1991
Designed and produced by Hewson, Bridge and Smith Ltd., Ottawa, Canada
Printed by National Printers (Ottawa) Inc.

Printed on recycled paper

Think Recycling!

Pensez à recycler !

91-05747/

The National Incinerator Testing and Evaluation Program

Environment Canada Environnement Canada

Canada

An Overview

The modern consumer lifestyle Canadians enjoy has brought us face to face with a modern Canadian dilemma: what do we do with the garbage?

Canada produces about 16 million tonnes of garbage each year and continues to seek innovative means of getting rid of it. More and more, we are finding that conventional methods of waste management such as using landfills not only are costly, but also may be harmful to human health and the environment.

In the early 1980s, better ways of practicable waste management had to be explored. These practices included reduction, recycling, reuse and even, where applicable, recovery of energy through incineration. And, why *not* use garbage as a resource? After conventional methods of waste management are used, a substantial amount of the remaining materials can be incinerated to recover energy. As good as it sounded, however, the public was not convinced that this method was safe.

In 1984, Environment Canada developed the National Incinerator Testing and Evaluation Program (NITEP) to address the potential threat to human health and the environment posed by incinerator emissions and ashes. Since then, NITEP has evaluated various incinerator technologies, air pollution control technologies and ash treatment techniques.

For the first time, Canadians have a solid data base upon which important decisions can be made about incineration as a viable option for the safe disposal of municipal waste.

This document presents general information and test results about the incinerator facilities and air pollution control systems NITEP evaluated.

Throughout the life of NITEP, Environment Canada has published reports detailing all test results. A list of these publications is provided at the end of this document, along with information on how to obtain them.

Contents

Acronyms and Abbreviations **5**

The Garbage Dilemma **6**
Practising the 3 Rs 6
The Fourth R: Recovering Energy from Waste 7

The Origins of NITEP **7**

The Incinerator Testing Program **8**
Test Procedures 8
The Scope 8
The Approach 8

The Parkdale Project 9
Background 9
How the System Operates 9
Sampling Locations 10
Findings 10

Quebec City's Mass-burning Incinerator 11
Background 11
How the System Operates 11
The Modernization Program 12
Scope of Testing 13
Findings 14

The Connecticut Refuse-derived Fuel Incinerator 14
Background 14
How the System Operates 15
Scope of Testing 16
Findings 16

Air Pollution Control Technologies **18**
The Quebec City Tests 19
The Pilot Plant 19
Scope of Testing 20
Findings 20

The Ash Testing Program **21**
Overview 21
Test Sites 21
Distinctions Between Bottom Ash and Fly Ash 21
Findings 22
Ash Composition 22
Leachability Test Results 22
Evaluating the Treatment of Fly Ash 22

Regulations **23**
CCME Guidelines 23
Incinerator Operation and Emissions 23
Interim Recommendations for Ash Disposal 23

The Next Step **24**

Acknowledgements **24**

Appendix A: Pollutants Considered under NITEP **25**

Appendix B: NITEP Publications **26**

Acronyms and Abbreviations

AEWG	Ash expert working group
APC	Air pollution control
CCME	Canadian Council of Ministers of the Environment
CEPA	Canadian Environmental Protection Act
CUQ	Communauté urbaine de Québec
EFW	Energy from waste
EPA	Environmental Protection Agency
MSW	Municipal solid waste
NIMBY	Not in My Backyard
NITEP	National Incinerator Testing and Evaluation Program
RDF	Refuse-derived fuel
SWARU	Solid Waste Reduction Unit

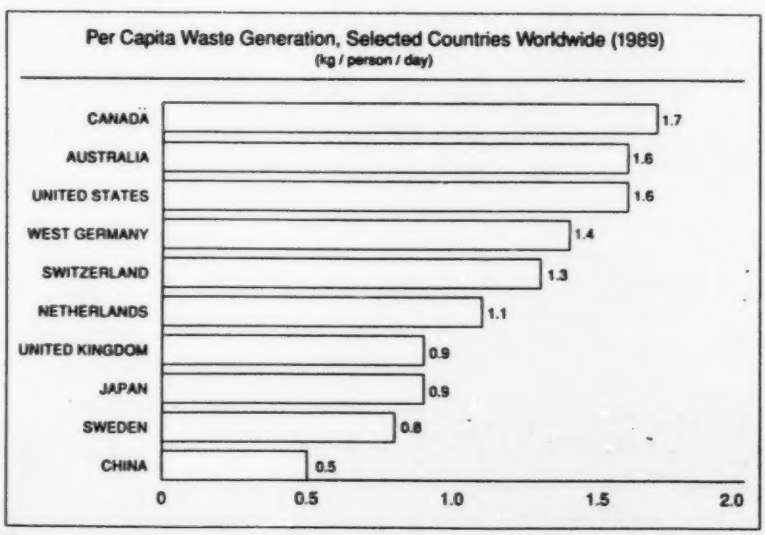
Note: For Compounds and Metals, see Appendix A.

The Garbage Dilemma

Canada is the world's biggest garbage producer. On average, each Canadian throws 1.7 kg of garbage into the trash bin every day. Over the course of a year, that adds up to over 16 million tonnes – enough to fill a convoy of three million garbage trucks from Ottawa to Tokyo and back!

Municipal garbage has traditionally been buried in landfills. But the cost of getting rid of it and maintaining landfill sites is increasing. Moreover, landfill sites are filling up faster than we can find replacements, and the price of land near urban areas has skyrocketed. There are hidden environmental costs too. Chemicals leaching from landfill sites can cause groundwater contamination. And as garbage decomposes, it produces methane gas and carbon dioxide, major contributors to the "greenhouse effect."

The reality is, no one wants to live near a landfill site either. As the debates over the "Not in My Backyard" (NIMBY) syndrome rage on, the mountain of waste produced by Canadians continues to grow at an alarming rate.



Practising the 3 Rs

Simply put, the best way to cut down on the cost and environmental impact of Canada's garbage glut is to cut down on the amount of garbage we produce. Recognizing the urgency of the waste problem, the Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) set a target of a 50 percent reduction in waste generation by the year 2000.

Achieving this ambitious goal will require a concerted effort by all levels of government, the private sector and, above all, individual Canadians. We must all respond to the challenge – by changing our industrial and commercial practices, our wasteful habits and, most importantly, our attitude towards waste.

The primary keys to responsible waste management are found in the 3 Rs: reduce, reuse, recycle.

1. Wherever possible, waste **reduction** is the preferred option. The less waste we produce, the less waste we have to worry about.
2. If waste is produced, we should be making every effort to **reuse** it – reusing shopping bags and plastic containers, for example, and buying soft drinks in reusable glass bottles.
3. **Recycling**, the third option, is less important than reduction and reuse due to the economic and environmental costs associated with the collection and recycling processes.

The 3 Rs are the most important ways Canadians can contribute to a cleaner Canada. Nevertheless, even if we can meet the goal of a 50 percent reduction in waste by the year 2000, even if we go beyond this goal, the need to dispose of large amounts of municipal solid waste will remain.

The Fourth R: Recovering Energy from Waste

Canadian municipalities are also considering incinerating municipal solid waste (MSW) and recovering the energy that results as another option.

Energy-from-waste (EFW) operations effectively reduce the volume of waste going to landfills by up to 90 percent. The energy produced can be used to make steam for heating, electrical generation or industrial processes. Indeed, a tonne of garbage can produce slightly more energy than a barrel of crude oil.

Unfortunately, garbage incineration has its drawbacks too. If not properly controlled, incinerators can release harmful emissions into the atmosphere. These emissions can include heavy metals such as lead and mercury; dioxins, furans, and other harmful organic chemicals, and acid gases that contribute to acid rain.

The Origins of NITEP

If garbage incineration on a larger scale was to be considered as an acceptable way to cut down on landfilling, clearly the threats to health and the environment had to be addressed. That is why, in 1984, Environment Canada began the National Incineration Testing and Evaluation Program (NITEP). Through NITEP, Environment Canada has worked directly with industry, municipal governments, provincial governments and international organizations to study energy-from-waste incineration and emission control technologies. NITEP's primary goal was to define the best design and operating conditions to minimize harmful emissions from municipal waste incinerators.

More specifically, NITEP was to:

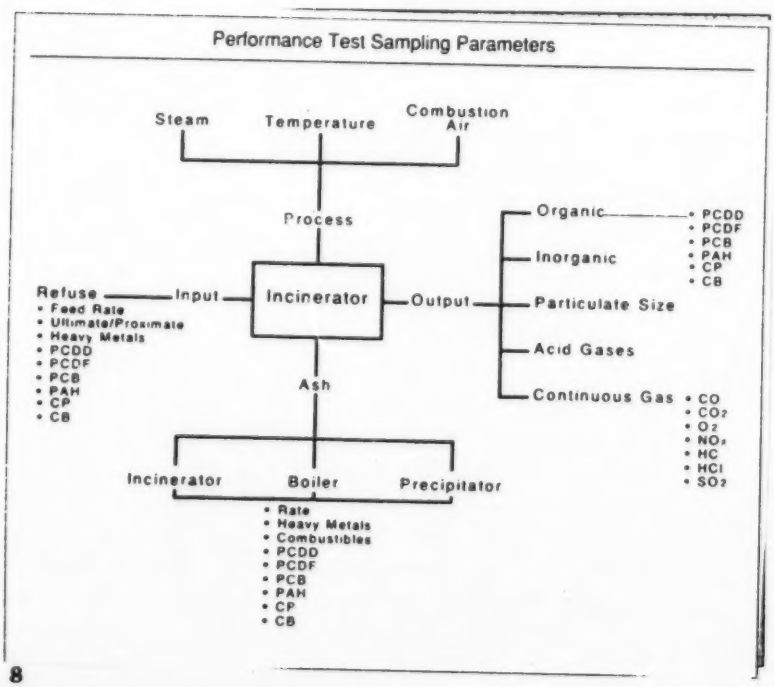
- determine how operating conditions influence emissions;
- develop better sampling and monitoring methods;
- develop optimum design and operating guidelines;
- provide a database of information to use in examining the impact of MSW incinerators on health and the environment; and
- promote environmentally acceptable technologies.

In 1985, NITEP went a step further and set out to study the chemical and leaching properties of MSW ash and how best to dispose of it.

The Incinerator Testing Program

A major part of NITEP's work entailed running a battery of tests on modern, state-of-the-art energy-from-waste incinerators, which represented technologies that would be more likely used in the future. To cover as broad a range of options as possible, NITEP evaluated the performance of three different types of energy-from-waste systems:

- A two-stage combustion incinerator in Parkdale, Prince Edward Island. This type of incinerator is suitable for communities of under 100,000. The tests were carried out in 1984.
- A modernized mass-burning incinerator owned by the Communauté urbaine de Québec (CUQ) in Quebec City. Modernization and testing took place in the spring of 1986.
- A refuse-derived fuel incinerator in Hartford, Connecticut. Tests were carried out in 1988-1989 under a joint program with the U.S. Environmental Protection Agency (EPA).



Test Procedures

The Scope

The test procedures used by NITEP engineers remained essentially the same, regardless of the type of incinerator system being tested. For each site, the engineers monitored the performance of the incinerator and any associated air pollution control systems to learn how different operating conditions affected emissions. Through this work, simple and reliable operating limitations were identified to ensure that the waste was incinerated as cleanly and efficiently as possible.

Pollutants considered by NITEP included dioxins and furans, polychlorinated biphenyls (PCBs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), metals such as lead and mercury, acid gases such as sulphur dioxide (SO_2), combustion gases such as carbon monoxide (CO), and fine dust known as particulate (see Appendix A for detailed list of pollutants considered).

The Approach

The testing process took place in two phases. Initially, the incinerator was put through a series of characterization tests to study all practical operating conditions. From these tests, NITEP engineers selected several operating conditions spanning the range from good operating conditions to bad for more detailed performance testing.

Performance tests allowed NITEP engineers to get a detailed picture of what was happening inside the incinerator. To ensure greater accuracy, two or three tests were completed under the same operating conditions and the results compared.

During these tests, each stage of the incinerator system and air pollution control system operation was closely monitored. Parameters measured included operating temperatures, garbage feed rates, combustion air flow rates, flue gas temperatures, and other process variables. At the same time, amounts of heavy metals and organics, such as dioxins, furans and PCBs, were measured both in the garbage entering the incinerator and the ashes and gases emitted by the incinerator. The emissions were also monitored for carbon monoxide, oxygen, acid gases and particulate.

The Parkdale Project

Background

The first MSW incinerator tested under NITEP was located in Parkdale, Prince Edward Island. This two-stage combustion incinerator is suitable for communities with populations of under 100,000. The Parkdale plant is owned by the Prince Edward Island Energy Corporation, and was designed, built and continues to be operated by Tricil Limited (now Laidlaw Waste Systems Ltd.). The plant receives municipal waste from nearby Charlottetown and delivers steam to the Queen Elizabeth and Riverside Memorial hospitals. Plant operation began in 1983. The NITEP tests took place in 1984.

How the System Operates

The Parkdale facility has three two-stage Consumat CS (combustor stoker) incinerators, each rated at 33 tonnes per day. These incinerators are housed in a building with an inside waste receiving area, where the waste is discharged. Large pieces of scrap metal are removed to a scrap metal bin for recycling, while other non-combustible materials such as concrete blocks are removed for direct transfer to the dump. A front-end loader operator then mixes the waste to provide a relatively uniform feed.

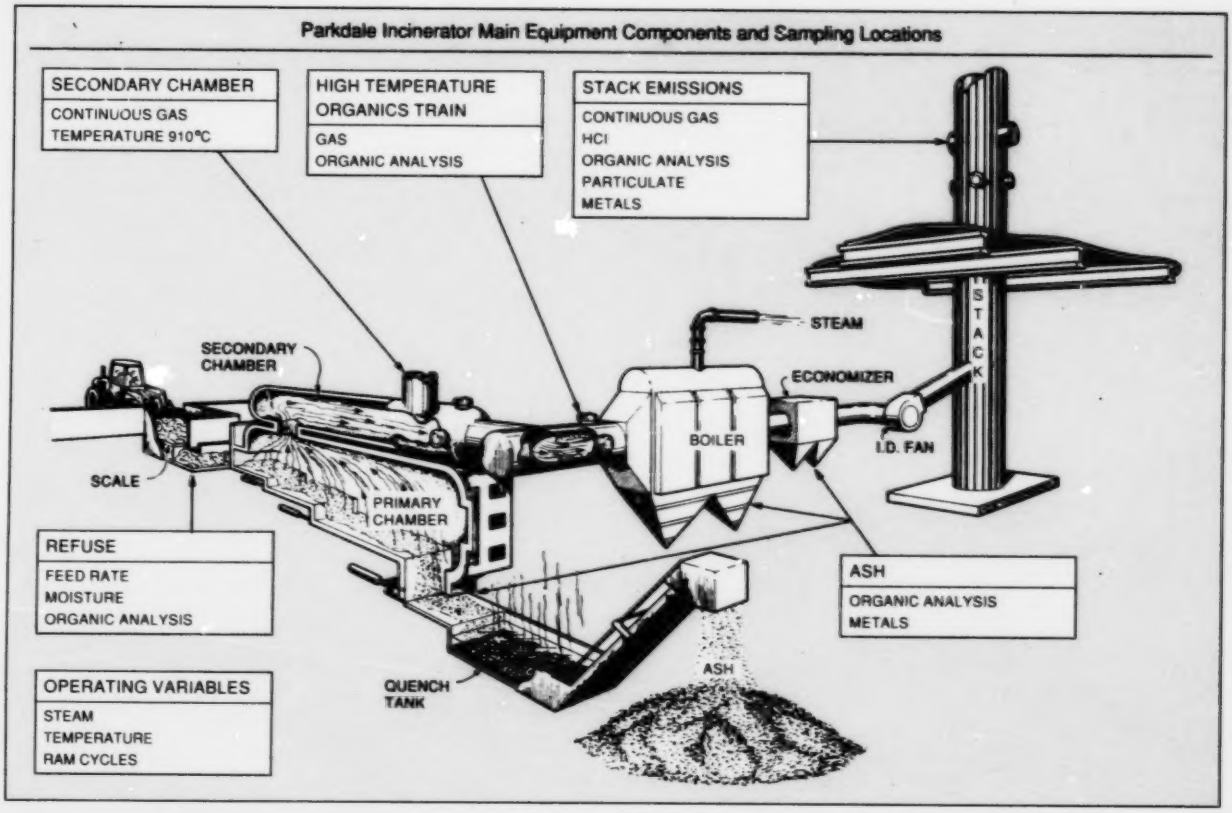
Batch loads are fed into the primary chamber from the loading hopper. The load is pushed into the chamber by a water-cooled hydraulic ram, and is moved through the chamber by a series of similar rams. At the far end of the chamber is the ash sump, where the residue discharges into the ash quench tank.

Primary air moves through the chamber at low velocity. The primary chamber temperature is sensed by a thermocouple on the roof of the chamber, and is maintained at between 620°C and 730°C. To keep the temperature within this range, the loader operator receives directions on the size of load required from a dedicated set of traffic-type indicator lights mounted above the loading chute of each incinerator.

From the primary chamber, combustible gases flow into the secondary chamber. Here, the gases are mixed with heated secondary air to complete their combustion. Air flow in this secondary chamber is modulated to maintain a temperature of approximately 1000°C.

The system can be operated in incineration mode or heat recovery mode. In heat-recovery mode, the gases flow through a boiler, which produces low-pressure steam for use in the hospitals.

From the boiler, the gases pass through an economizer and draft fan before being expelled through an exhaust stack.



Ash from all three primary chambers discharges into a common water-filled quench tank. A drag chain conveyor transports the ash up an incline, during which most of the water drains back into the tank. The conveyor discharges the ash into a container, which is then taken by truck to a landfill.

The entire operation is monitored through a series of lights, instruments and audible alarms, which provide details on primary and secondary air flow, temperature and operating conditions. A computerized process control times the waiting period between cycles.

Sampling Locations

NITEP engineers took samples from a number of locations: from the stack, economizer outlet, boiler inlet, secondary chamber outlet, the connection between primary and secondary chambers, and from the primary chamber itself. The ash discharge was also sampled.

Findings

Based on the test data, NITEP engineers came up with ten main conclusions. Among them were the findings that:

- particulate emissions were relatively low in the two-stage incinerator compared to uncontrolled emissions from conventional mass-burning energy-from-waste incinerators.

- at high secondary chamber temperatures, organic emissions were lowest; however, metal emissions were highest.
- compared to emission readings at the stack, dioxin and furan levels at the boiler inlet were lower, suggesting some types of organic compounds may form during cooling.
- no substantive differences in emissions were found over the range of practical operating conditions for this type of incinerator, thereby reinforcing the theory that good design can minimize emissions of concern.

Quebec City's Mass-burning Incinerator

Background

The mass-burning system in Quebec City is one of the largest incinerators in Canada. With a capacity of 900 tonnes of garbage per day, it can handle the garbage disposal requirements of a community of approximately 500,000 people. The incinerator is owned by the Communauté urbaine de Québec (CUQ) and operated by Monteney Inc. Steam from the plant is sold exclusively to Reed Paper Ltée (now Daishawa Forest Products Ltd.), and is supplied at a relatively steady flow and specified pressure range.

Besides being one of the largest incinerators in the country, it is also one of the oldest. As such, it provided NITEP with a unique opportunity to modernize a mass-burning incinerator and study the results. For the testing program, the CUQ invested $2 million in modifications to one of the plant's four furnaces. The new furnace was evaluated over a three-month period in 1986.

How the System Operates

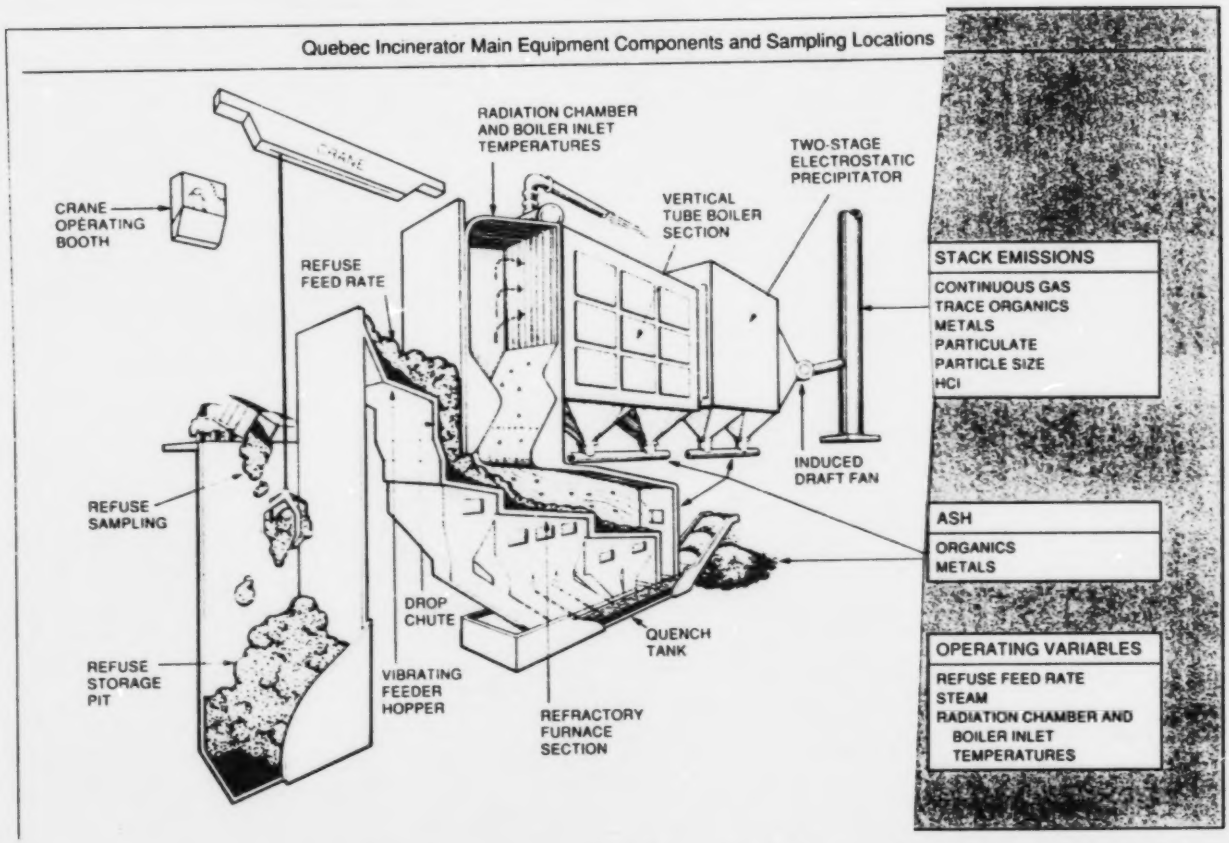
The Quebec facility is typical of all conventional mass-burning facilities. First, garbage trucks dump their loads into a refuse storage pit. Materials not suitable for incineration, such as large appliances, are removed from the pit by a crane and transferred to a scrap metal facility or landfill site. Two overhead cranes charge refuse into each of the four vibrating feeder/hoppers. These feeder/hoppers feed the refuse, as required, onto the incinerator drying grate.

Three sets of moving grates form the furnace floor. The burning refuse is moved down the length of the furnace by the back-and-forth motion of the inclined grates. Ash is discharged off the end of the third grate into a quench tank below.

Under normal operating conditions, the speed of each of the three grates is adjusted to create the most efficient burning conditions.

The fine materials, called "siftings," that drop through the grates are collected in hoppers below and discharged into the ash quench tank.

The roof and walls of the radiation chamber are constructed of tubes welded side-by-side. Boiler water is circulated through this "waterwall" membrane to recover heat. The lower portions of this waterwall are coated with a heat-resistant material to protect them from direct exposure to flames. The upper sections are left exposed, however, to maximize heat recovery.



The flue gases pass out of the radiation chamber into the heat recovery boiler. By the time the flue gases have passed through it, temperatures have dropped to between 200°C and 280°C.

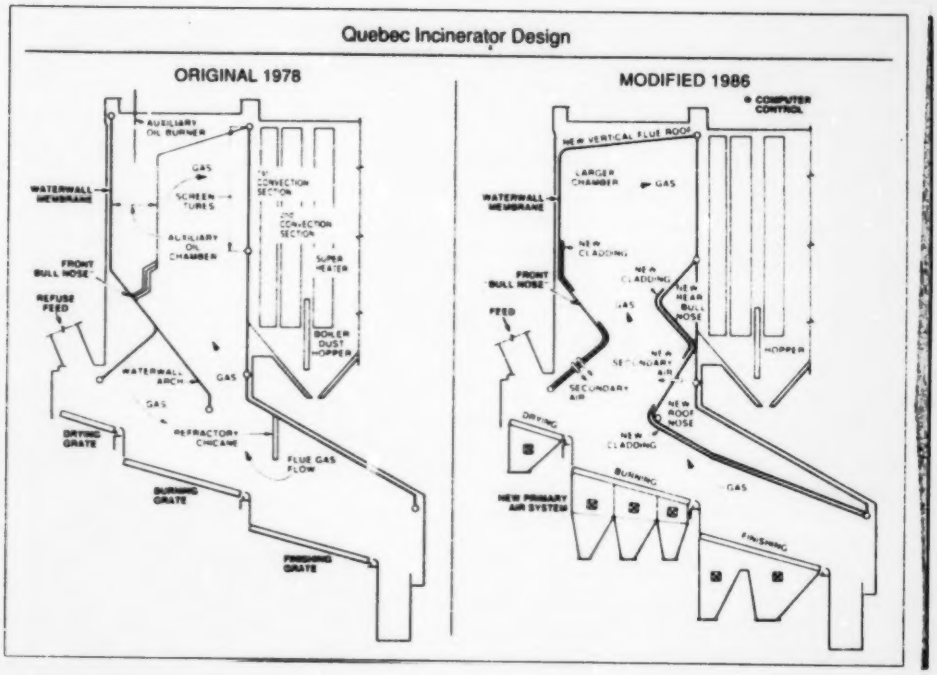
The cooled flue gases pass through an electrostatic precipitator to remove particulate and finally exit through a draft fan and exhaust stack.

An ash removal system similar to the one in use in Parkdale collects the quench tank ash, which is disposed of in a nearby landfill site.

The Modernization Program

The modernization of the CUQ incinerator followed a 1985 study by Lavalin Inc. and Nels Laboratories. Based on this investigation, one of the facility's four furnaces was modified in the following ways:

- The furnace radiation chamber was enlarged to slow down the velocity of flue gases, to create better mixing of air in the lower portion of the chamber and to improve gas distribution into the boiler. As well, the auxiliary oil burner cage was removed from the top of the radiation chamber, expanding the total radiation chamber volume by 32 percent.
- To improve primary air distribution and control, a new system of air control dampers was installed beneath the burning grates.



- High-velocity air jets were installed on the front "bull nose" and on the new back "bull nose." These jets inject fresh air into the chamber just above the burning grates to create a more efficient burn.
- New instrumentation and computerized controls were added to allow plant operators to monitor quickly changes within the furnace radiation chamber.

All of these modifications improved combustion of the garbage. As well, the new computerized control system enhanced NITEP's ability to study more closely the effects of the modernization on the burning process.

Scope of Testing

During the characterization tests, NITEP engineers did 22 tests under 18 different operating conditions. Based on these results, five test conditions were selected for more detailed performance testing.

During the performance test runs, operating data were collected from points throughout the incinerator. Incoming refuse and the resulting ash were analyzed for trace organics such as dioxins, furans, PCBs, and for heavy metals such as lead and mercury.

Flue gases leaving the pollution-controlling electrostatic precipitator were analyzed continuously for carbon monoxide, carbon dioxide, sulphur dioxide, hydrogen chloride, oxides of nitrogen and oxygen. Manual sampling techniques were used to determine levels of trace organics and metals.

A microcomputer data acquisition network logged, stored and analyzed data collected during each test run. This system provided real-time graphics and statistical information about

conditions in the incinerator, and was very helpful in monitoring the effects of changes in operating conditions.

Findings

Because the environment department of the Quebec provincial government had tested emissions before the incinerator design was modified, NITEP engineers had the opportunity to compare the new design with the old.

Perhaps the most striking result was the major reduction in particulate emissions, without modifications to the existing pollution control system. Reducing particulate emissions is important because heavy metals and dioxins are carried into the atmosphere by binding to particulate.

The new design brought about major reductions in the emission of all trace organics tested, especially dioxins and furans, under all operating conditions. Heavy metals emissions from the stack were also reduced. This meant that instead of going out of the stack, heavy metals were being collected in the ash, where they can be treated before disposal.

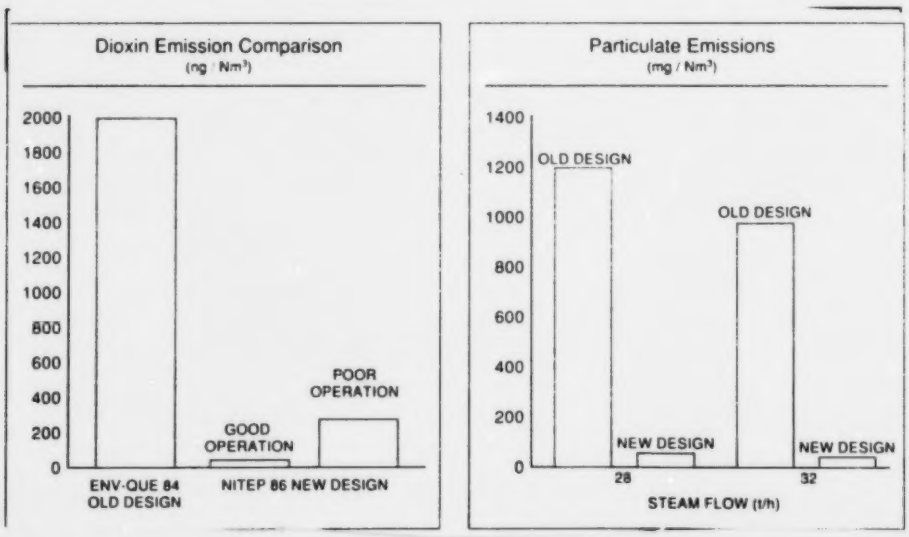
The NITEP testing at the CUQ facility indicated that the concentration of carbon monoxide in the flue gas was a good indication of overall combustion efficiency. At carbon monoxide levels below 50 parts per million, the lowest amounts of dioxins and other trace organics were emitted.

And finally, with a more efficient incinerator design, both the fly ash produced and the amounts of organics in the ash were reduced.

The Connecticut Refuse-derived Fuel Incinerator

Background

The most recent battery of tests run by NITEP engineers occurred south of the border, in Hartford, Connecticut, at a refuse-derived fuel (RDF) incinerator, owned by the Connecticut Resource Recovery Authority. This type of facility represents a major option for waste incineration for large



metropolitan areas. Since there were no modern RDF plants in Canada at the time of the NITEP testing program, NITEP joined forces with the U.S. Environmental Protection Agency to test the Hartford plant.

The tests in Connecticut had two main objectives: to study the design and operation of RDF technology to develop regulations on emission limits; and to gain a better understanding of how pollutants are produced, destroyed or removed from waste incinerators and pollution control systems.

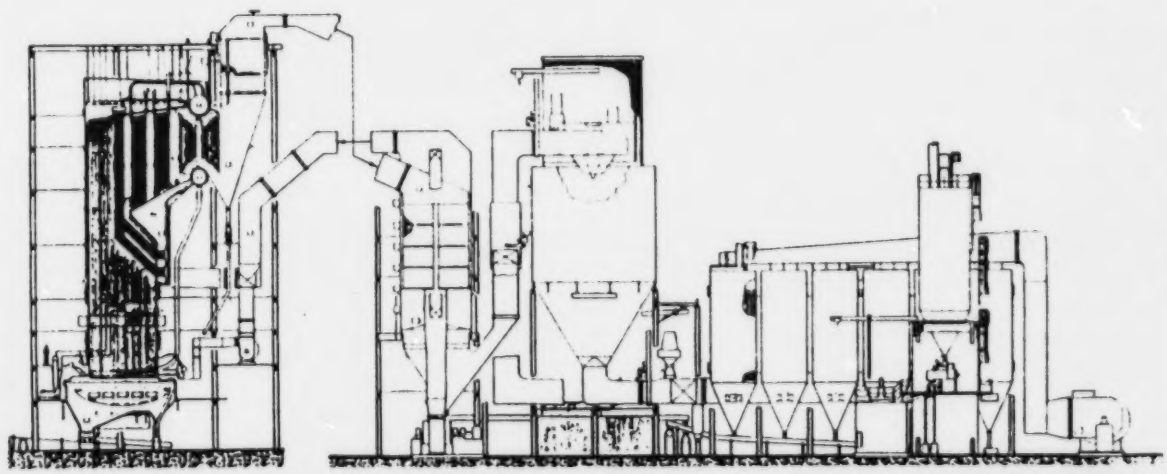
How the System Operates

The RDF unit in Hartford, which was designed, built and is operated by Combustion Engineering (now ASEA Brown Boveri), processes up to 1,800 tonnes of MSW per day from 44 communities in the greater Hartford area. It is, therefore, over twice the size of the Quebec facility.

The key difference between RDF technology and the technology used in Parkdale and Quebec City concerns the degree of waste processing prior to incineration. In an RDF facility, the waste is "prepared" before being incinerated.

When the raw MSW is off-loaded from garbage trucks in an RDF waste-processing facility, it is first manually sorted. The sorting removes large bulky items, smaller non-combustible items, and potentially explosive ones such as propane tanks. Other steps in the processing phase follow, including flailing and primary shredding, magnetic separation to remove ferrous metals, trommel screening to remove dirt and glass, and secondary shredding to obtain a uniform RDF size. The processed

Mid-Connecticut RDF Steam Generator and APC System Schematic



RDF is then sent via conveyor to a storage area for transfer to the incinerator.

A system of conveyor belts transports the RDF to the incinerator. In Hartford, coal is sometimes mixed with RDF before entering the incinerator. However, no coal was mixed with RDF during NITEP testing.

The fuel-burning system in Hartford includes a refuse combustor stoker designed specifically for resource recovery facilities burning RDF alone, or in combination with coal. Like the Quebec facility, combustion is controlled by regulating primary air from underneath the grating upon which the refuse is burned; by regulating the flow of secondary, or overfire, air that is injected above the flames; and by controlling the rate at which the waste is added to the incinerator.

The hot gases then pass through the superheater, generating bank, economizer and air preheater, which extract the heat used for steam generation.

Emissions of acid gases, particulate and other pollutants present in the flue gases go through a two-stage air pollution control system. This system comprises a lime-based wet-dry scrubber and fabric filter system (see "Air Pollution Control Technologies" for more information). The cleaned flue gases then exit through a stack.

As in Quebec City and Parkdale, bottom ash is deposited in an ash quench tank under the burning grates of the main incinerator. In Hartford, fly ash is collected separately from each of the pollution control devices. The bottom ash and fly ash are conveyed to an ash storage area before being trucked to a local landfill.

Scope of Testing

The characterization test phase in Hartford considered 28 test conditions. From these tests, NITEP engineers chose four boiler steam rates they wished to examine for the performance testing phase. Some 13 separate performance test runs were conducted in February of 1990.

Testing in Hartford was particularly demanding because both the incineration system and the air pollution control system were being tested simultaneously. Extensive sampling and data acquisition activities took place during each performance test. The locations tested included the RDF feed, pond water, lime slurry feed, grate siftings, economizer ash, dry bottom ash, wet bottom ash, fabric filter ash, and the flue gas from the air preheater inlet, spray dry inlet and fabric filter outlet.

As the tests were run, the data acquisition system was online, logging process data from the control room and continuous emission data from the spray dryer inlet and outlet and the fabric filter outlet.

Findings

In general, test results from Hartford indicated that emissions from an RDF incinerator, when outfitted with a state-of-the-art air pollution control system, can be controlled to a significant degree. In fact, RDF emission levels are generally lower than a mass-burning incinerator as tested in Quebec City before the CUQ modernized its air pollution control system.

Some of the more significant findings of the Hartford tests are listed below:

- Total dioxin and furan emissions were much lower than Canada's CCME Guidelines under all combustion conditions tested. The scrubber/fabric filter air pollution control system was able to remove more than 99 percent (almost undetectable levels) of these two organic compounds.
- The RDF system was able to remove in excess of 99 percent of metals emissions with the exception of nickel (>84 percent), and chromium and mercury (>97 percent).
- Similar to other NITEP and other related studies, the concentration of trace organics and the more volatile metals was significantly higher in the fabric filter ash than in the bottom ash.
- Because of the nature of their design, RDF boilers generate higher levels of particulate than mass-burn or two-stage systems, which underscores the need for an effective air pollution control system.
- Under good operating conditions, carbon monoxide emissions were controlled consistently to levels below 100 parts per million.

By studying correlations between the emissions of different substances, it was possible to formulate prediction models. These models allow operators to minimize harmful hard-to-monitor emissions by continually monitoring and adjusting for easier-to-monitor variables such as carbon monoxide (CO), nitrous oxide (NO_x), hydrochloric acid (HCl), water in the flue gas and the temperature in the furnace or at the economizer outlet.

Prediction models were formulated not only for the furnace but also for the air pollution control system. For example, by altering the Stoichiometric Ratio (quantity of lime added in the dry scrubber), gas emissions of HCl and SO_2 were effectively controlled.

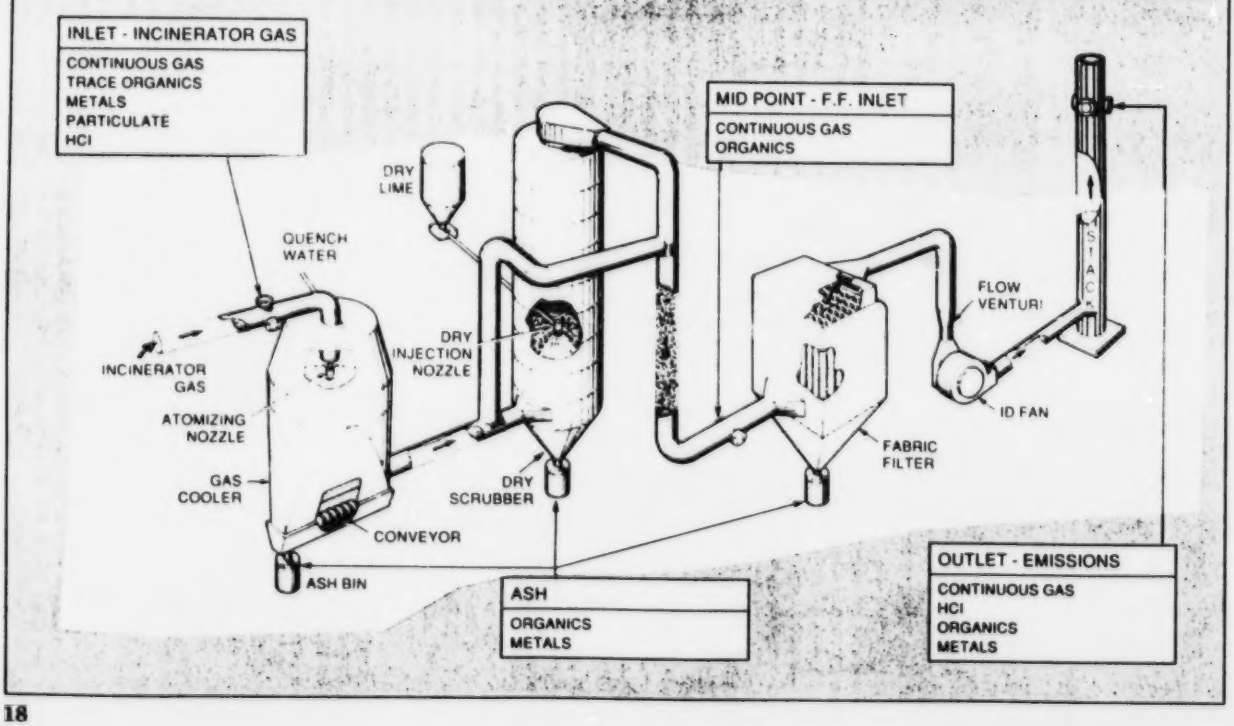
Air Pollution Control Technologies

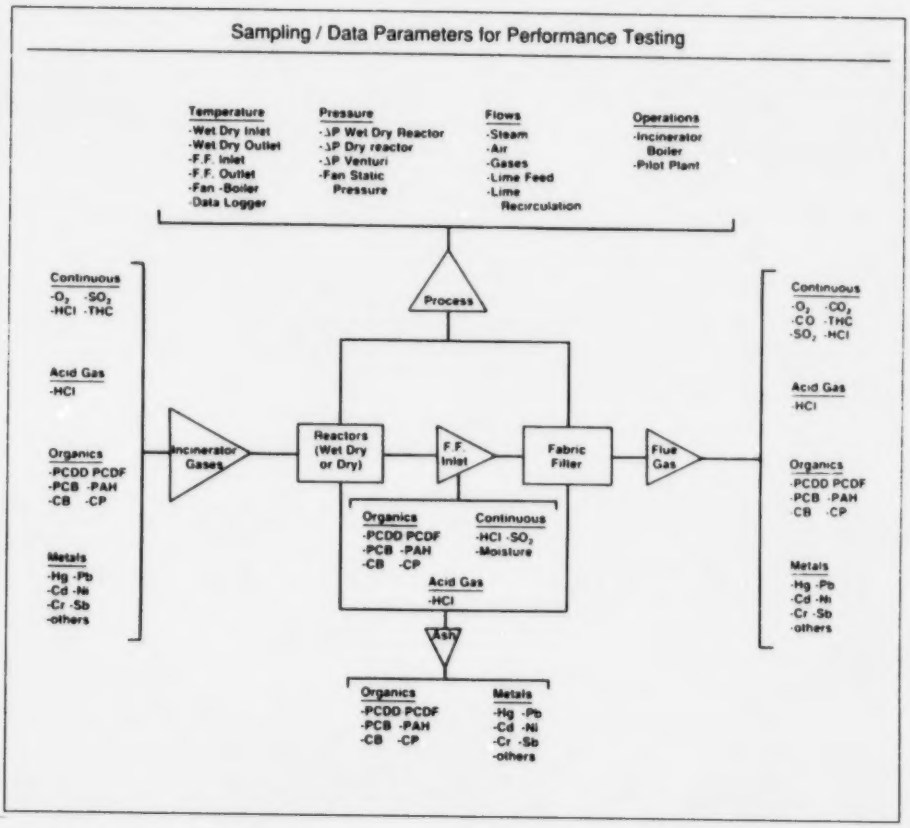
No matter how efficient an incinerator's design, the emissions it produces will still contain some amount of toxins. The challenge is to develop the technology to effectively remove or neutralize them before they can be released into the environment. Until recently, air pollution control (APC) technologies were too rudimentary to adequately remove toxins from incinerator emissions. Fortunately, extraordinary advances have been made in the area of APCs for incinerators since the first electrostatic precipitators were fitted to the Quebec City mass-burning system in 1974.

To test the effectiveness of two such state-of-the-art systems, NITEP joined forces with an air pollution control technology manufacturer – Flakt Canada Ltd. (now ASEA Brown Boveri). Flakt built a pilot plant alongside the Quebec City facility. The purpose: to determine the equipment's effectiveness under a variety of operating conditions.

The Quebec City test program, which took place in 1985, proved to be the most comprehensive testing of air pollution control equipment for EFW incinerators yet undertaken. Test results were conclusive and dramatic: a combination scrubber/fabric filter air pollution control system dramatically reduces the levels of acid gases, organic compounds and metals emitted from EFW incinerators into the atmosphere. Test results from the Connecticut RDF facility in Hartford, which also uses a scrubber/fabric filter system, corroborated NITEP's findings in Quebec, as have tests undertaken by other organizations in North America and Europe.

Flakt's Pilot Plant Main Equipment Components and Sampling Locations





The Quebec City Tests

The Pilot Plant

The pilot plant at Quebec City assessed two types of air pollution control systems: one using a wet-dry scrubber (spray-dryer) plus fabric filter, and the other using a dry scrubber plus fabric filter.

The specific objectives of the testing were to determine the effectiveness of both systems in removing acid gases, organics and heavy metals under a variety of operating conditions.

Flakt Canada Ltd. financed and built the large-scale pilot plant adjacent to the CUQ facility. The project was supported by Environment Canada, Supply and Services Canada, Energy, Mines and Resources Canada, the Ministère de l'environnement du Québec, the Ontario Ministry of the Environment, and CUQ.

The pilot plant was designed to ensure results would be representative of a full-scale facility. Flue gas from one of the four mass-burning incinerators was extracted and routed to the pilot facility before it entered the CUQ's existing air pollution control system (an electrostatic precipitator).

The main components of the system consisted of two different scrubber designs, a pulse-jet fabric filter, a draft fan with flow control venturi and a stack. In both scrubber designs, the flue gases are brought into contact with

lime, either dry or as a slurry, which reacts with impurities in the gas to neutralize them.

The fabric filter collector provides the final step in the process. Bag size, construction and the weave are important to the system's performance. The bag material selected for the tests is made of high-temperature Teflon. This material is not only very efficient at removing dust particles, but is also resistant to acid corrosion.

Scope of Testing

As with the Incinerator Testing Program, emissions testing developed in two phases. A "characterization" phase consisted of 13 test runs. From these tests, project managers learned that flue gas temperature at the fabric filter was the most significant variable influencing the removal of acid gases, mercury and organic compounds. A second "performance" phase of 13 tests under 6 conditions therefore concentrated on the relationship between flue gas temperature and removal efficiencies.

Samples of the flue gas were taken at the inlet before the pilot plant, at the midpoint (fabric filter inlet) and at the stack outlet.

Findings

The Quebec City results, and those that would come later in Connecticut, proved it was possible to almost eliminate most pollutants using today's state-of-the-art technology:

- Removal efficiency of dioxins and furans exceeded 99 percent and concentrations approached the detection limits of the sampling and analytical methods used.
- Other trace organics, such as PCBs and PAHs, were also effectively removed by both scrubber systems (80 to 98 percent); removal efficiencies varied depending on gas flue temperature.
- The system was also able to reduce emissions of volatile metals (up to 99.9 percent), with the exception of mercury, which required flue gas cooling for effective removal.
- Acid gases were significantly lowered by using lime in the dry and wet-dry scrubbers and by cooling the flue gases before they exited the stack.

To put these test results in perspective, we can compare these results with emissions levels from the older mass-burning incinerator design in Quebec City. The pilot plant system collected up to 100 times more fine dust than the conventional design outfitted with two-field electrostatic precipitators, and captured up to 1,000 times more amounts of toxic compounds such as dioxins and furans. Acid gases were also reduced, a task for which conventional pollution control systems were not designed.

The Ash Testing Program

Overview

As part of NITEP, Environment Canada's Wastewater Technology Centre evaluated the chemical properties and leachability of ash taken from different locations in a number of incinerators in Canada and the United States. The ash program proved timely. With the advent of more efficient incinerator operations and design, and better pollution controls for emissions, opponents of garbage incineration turned their attention away from atmospheric emissions to the disposal of ash. Today, ash disposal is one of the major issues limiting the acceptance of new MSW incinerator facilities.

The NITEP ash testing program not only was designed to determine the characteristics of various types of ash collected from different types of incinerators and associated air pollution control systems, but also evaluated various methods to solidify or stabilize ash. This characterization involves:

- analyzing the ashes for substances such as unburned carbon, heavy metals and trace organics;
- conducting leachability tests to determine which substances will seep from ashes disposed of in a landfill;
- assessing the feasibility of immobilizing heavy metals from ash; and
- determining the toxicity of ash leachate.

The program also evaluated the alternatives for ash disposal offered by processes that solidify or stabilize the ash.

Test Sites

The ash testing program evolved in two phases. Phase I tested ash from Parkdale, P.E.I., Quebec City and Hartford, Connecticut. Phase II tested ash from the SWARU facility in Hamilton, the London Victoria Hospital, the Greater Vancouver Regional District MSW facility, 3M in London, and the Montgomery County South incinerator in Dayton, Ohio.

Preliminary recommendations for ash management resulting from test findings were included in the CCME report on operating and emission guidelines for MSW incinerators, discussed later in this document under "Regulations."

Distinctions Between Bottom Ash and Fly Ash

The residue from MSW incinerators can be categorized as either bottom ash or fly ash. Bottom ash is the material that passes through or is discharged off the burning grate of an incinerator. Fly ash is made up of fine dust particles trapped out of the flue gas stream by either the energy recovery units (boiler, economizer and air heater) or the air pollution control systems.

Except in certain circumstances where collecting bottom and fly ash separately was impossible, NITEP conducted separate tests on the different types of ash streams. This is important since the composition of fly ash and bottom ash can be very different and therefore require different types of treatment to make them environmentally acceptable.

Findings

Ash Composition

The chemical composition of different types of ash was determined by analyzing the concentrations of selected organic contaminants such as dioxins, furans, PCBs and PAHs. Typically, temperatures in MSW incinerators are high enough to destroy most organic compounds. With the exception of PAH, ash testing indicated that most of the residual organic contaminants were found in fly ash. This probably occurred because the organics attach themselves to fly ash particles, which are then captured by the air pollution control system.

Ash samples were also analyzed for selected metals. Some metals, such as mercury and cadmium, vaporize at lower temperatures. Not surprisingly, then, volatile metals were concentrated in samples of fly ash. "Stable" metals, such as chromium and nickel, were found in the bottom ash.

Test results indicated that the actual distribution of metals in fly ash versus bottom ash depends on the design of an incinerator and the air pollution controls attached to it, and on operating conditions. For example, two-stage combustion systems show very high concentrations of "volatile" metals in fly ash, while RDF systems have much lower concentrations.

Leachability Test Results

The ash program tested the leachability of various types of ash to find out whether dangerous metals and other contaminants would eventually seep into groundwater.

Several types of leaching/extraction procedures were used, though they all followed the same basic approach: ash was first mixed with distilled water, then analyzed for variations in pH and organic contamination and metal solubility.

These tests indicated that organic contaminants are relatively insoluble in water. This result was expected because organic contaminants bind strongly with solid particles. Thus, the trace quantities of PAHs detected in some leachates were probably strongly bound to ultrafine dust that remained suspended in the water even after being filtered.

The percentage of metals leaching out of ash depended on whether the ash was bottom or fly ash. The results indicated that bottom ash was not as soluble as fly ash, particularly fly ash taken from air pollution control systems.

An important finding of the ash tests was that, for most metals, leachability increased with the acidity of the water. Leachability is further influenced by the compound of which the metal is a part; for example, lead hydroxide is highly soluble, while lead silicate is not.

Test results indicate that bottom ash is generally suitable for disposal in a separate cell of a normal landfill. However, because the fly ash has a significantly higher metal content, it should be treated before ultimate disposal.

Evaluating the Treatment of Fly Ash

To consider how best to treat fly ash, the Wastewater Technology Centre began evaluating solidification. Solidification involves mixing fly ash waste with cementing materials to immobilize contaminants in a solid form.

Various formulations were considered, using such solidifying agents as Portland Type II cement, cement kiln dust, blast furnace slag and coal fly ash. The tests have indicated what proportions of solidifying agents work best, and what preliminary treatment ash needs to reduce the amount of lime in it (this excess lime affected the durability of the solidified block).

The results of these initial tests are encouraging. By encapsulating harmful metals, the solidified blocks can be disposed of in landfill sites without the concern of the metals leaching into the soil and contaminating groundwater.

Regulations

CCME Guidelines

Incinerator Operation and Emissions

The Canadian Council of Ministers of the Environment published a report in 1989 called *Operating and Emission Guidelines for Municipal Solid Waste Incinerators*. These guidelines, which relied upon NITEP data, cover most aspects of incinerator design, emission limits and operating conditions. The guidelines are based upon the application of the best available pollution control technology in combination with more restrictive requirements, should local air quality objectives so dictate. The basic proposal recommends a series of design and operating criteria.

Interim Recommendations for Ash Disposal

The CCME report on operating and emission guidelines also addressed the issue of ash management. It recommended that:

1. physical, chemical, leaching and regulatory tests be carried out on bottom and fly ash from all new MSW incinerator facilities.
2. dry ash handling systems be enclosed to minimize dust emission and that quenched ash be transported in watertight covered containers.
3. bottom and fly ash be stored and transported separately.
4. bottom ash be disposed of in a conventional landfill.
5. fly ash be treated prior to disposal in a conventional landfill.

The recommendations for ash disposal are not as definitive as those given for operating incinerators and controlling emissions because there is still much to learn about the properties of ash and how it can be disposed of safely. Consequently, Environment Canada is supporting more research on ash-related topics. Work continues under NITEP to study the characteristics of ash from various types of MSW facilities. As well, Environment Canada is supporting the efforts of an international Ash Expert Working Group (AEWG) to compile a treatise on ash research. Information from NITEP and the AEWG will then be considered by Environment Canada in developing any future guidelines related to ash management.

The Next Step

The NITEP tests have provided Canadians, and indeed people around the world, with a wealth of knowledge about the operation of municipal solid waste incinerators. At each test site new findings were made and old assumptions either corroborated or dismissed.

For example, the first series of tests in Parkdale, P.E.I., illustrated the importance of maintaining good operating conditions if harmful emissions are to be minimized. In Quebec City, the importance of a well-designed incinerator was underscored when relatively simple modifications resulted in up to a 99 percent reduction in dioxin emissions. The Quebec City air pollution control device tests, corroborated by the results in Hartford, underscored the dramatic reductions in harmful emissions that can be achieved by incorporating into an MSW facility a scrubber/filter bag air pollution control system.

NITEP data, which are available in detail in the NITEP publications listed in Appendix B, will assist operators of MSW facilities to run their operations more efficiently. The data will also fuel the drive to upgrade incinerators to include state-of-the-art air pollution control systems. Indeed, the CCME Guidelines, which use NITEP data as a base, are fast becoming the basis for tough new federal and provincial limits on emissions from MSW incinerators.

The NITEP data have proven conclusively that today's advanced technology can dramatically reduce harmful emissions and control harmful compounds in ash from seeping into groundwater. However, no method of garbage disposal is entirely harmless to the environment. That is why it is so important for Canadians to practise the 3 Rs: reduce, reuse, recycle. How large a part the fourth R – recovering energy from waste – plays in the nation's goal of reducing the amount of waste going into landfill depends on Canadians and the politicians at all levels who represent them. At least now, with the aid of NITEP data, an informed discussion can begin – one based on data recognized around the world as filling a significant gap in our understanding of an important option in the search to alleviate the global garbage glut.

Acknowledgements

Environment Canada would like to acknowledge the support it has received during NITEP from the following governments and industry:

- Energy, Mines and Resources Canada - Panel on Energy Research and Development (PERD)
- Supply and Services Canada
- Ontario Ministry of the Environment
- Ministère de l'Environnement du Québec
- United States Environmental Protection Agency
- Prince Edward Island – Energy Corporation
- California Air Resources Board
- Connecticut Resource Recovery Authority
- Communauté urbaine de Québec
- Flakt Canada Ltd. (ABB)
- Combustion Engineering Inc. (ABB)
- Environment Canada Laboratories
  - River Road Environmental Technology Centre, Ottawa
  - Waste Water Technology Centre, Burlington

In addition, Environment Canada would like to thank the hundreds of technical and support staff, without whose dedication, over the past six years, the program could not have been completed.

Appendix A: Pollutants Considered under NITEP

Compounds

CB	Chlorobenzene
CO	Carbon Monoxide
CO_2	Carbon Dioxide
CP	Chlorophenol
HCl	Hydrogen Chloride
HF	Hydrogen Fluoride
N_2	Nitrogen
NO_x	Nitrogen Oxide
O_2	Oxygen
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbon
PCB	Polychlorinated Biphenyl
PCDD	Polychlorinated dibenzo-p-dioxin e.g., TCDD = Tetrachlorinated dibenzo-p-dioxin
PCDF	Polychlorinated dibenzofuran e.g., TCDF = Tetrachlorinated dibenzofuran
SO_2	Sulphur Dioxide
THC	Total Hydrocarbon
TOX	Total Organic Chloride
TSP	Total Suspended Particulate or Particulate Matter

Metals

Ag	Silver
Al	Aluminum
As	Arsenic
B	Boron
Ba	Barium
Be	Beryllium
Bi	Bismuth
Ca	Calcium
Cd	Cadmium
Co	Cobalt
Cr	Chromium
Cu	Copper
Fe	Iron
Hg	Mercury
K	Potassium
Mg	Magnesium
Mn	Manganese
Mo	Molybdenum
Na	Sodium
Ni	Nickel
P	Phosphorus
Pb	Lead
Sb	Antimony
Se	Selenium
Si	Silicon
Sn	Tin
Te	Tellerium
Ti	Titanium
V	Vanadium
Zn	Zinc

Appendix B: NITEP Publications

This "overview" of NITEP's work is simply that – an overview. Detailed reports outlining NITEP projects as well as video presentations are available from Environment Canada upon request. These products are listed below:

Fact sheets:	No. 1 NITEP (Backgrounder)
(bilingual)	No. 3 Flakt (Air Pollution Control)
	No. 4 (Quebec Mass Burn)
CCME Municipal Solid Waste Guidelines (bilingual)	

The following reports are available in English and French versions:

Two-Stage Combustion (Prince Edward Island)

EPS 3/UP/1:	Vol. I	Summary Report
IP 44:	Vol. II	Main Report
IP 44:	Vol. III	Methodology
IP 44:	Vol. IV	Detailed Results
		Peer Review

Air Pollution Control Technology – Flakt – Demonstration Unit

EPS 3/UP/2	Vol. I	Summary Report
IP 63:	Vol. II	Main Report
IP 63:	Vol. III	Methodology
IP 63:	Vol. IV	Detailed Results
IP 70:	Vol V:	Assessment Ash Leachability
(UAD)	Vol: VI	Quality Assurance Report

Mass-burning Technology (Quebec City)

EPS 3/UP/5	Vol. I	Summary Report
IP 82:	Vol. II	Main Report
IP 82:	Vol. III	Methodology
IP 82:	Vol. IV	Detailed Data
IP 82:	Vol. V	Quality Assurance Report
IP 82:	Vol. VI	Assessment of Ash Leachability
IP 82:	Vol. VII	Ash Solidification

RDF Technology (Hartford, Connecticut)

EPS	Vol. I	Summary Report
IP	Vol. II	Main Report
IP	Vol. III	Methodology
IP	Vol. IV	Detailed Data
IP	Vol. V	Ash Characterization/Solidification
IP	Vol. VI	Quality Assurance/Quality Control

Other Ash Reports

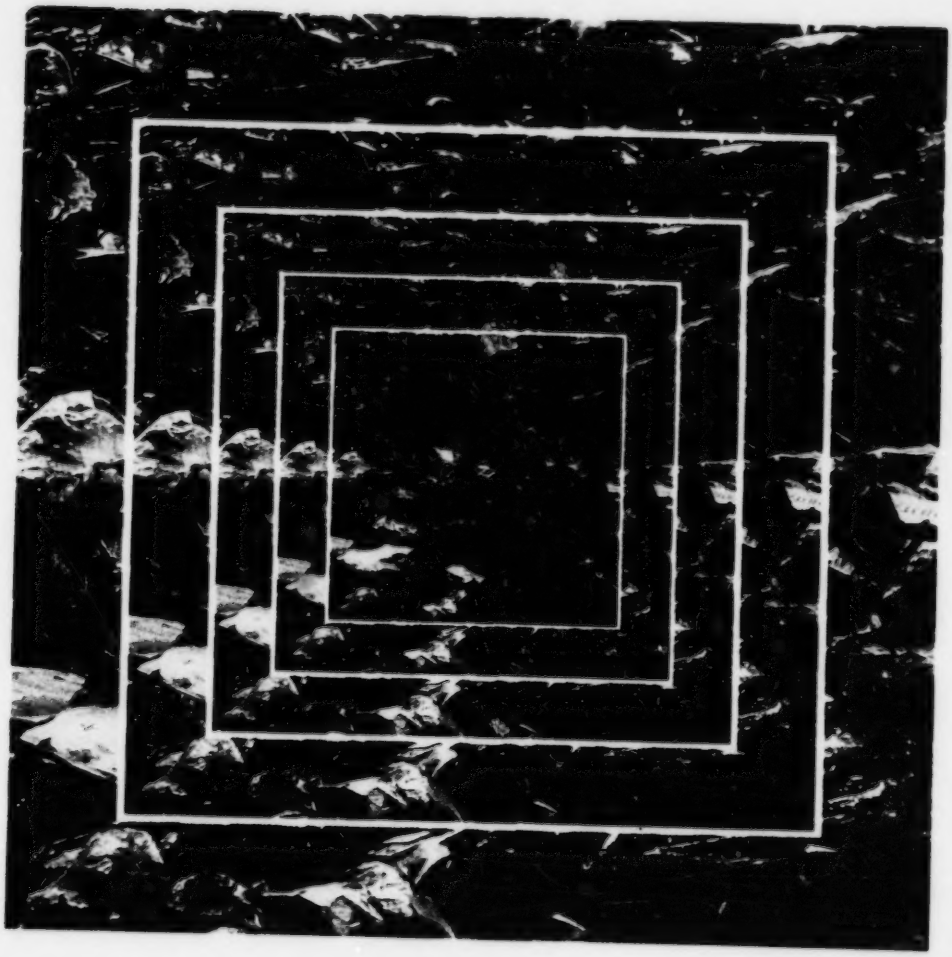
IP 96	Ash Characterization for SWARU
IP 101	Ash Characterization for LVH
IP 103	Ash Solidification for LVH
IP 110	Ash Characterization for GVRD
IP	Ash Solidification for GVRD
IP	Ash Characterization for 3M
IP	Ash Characterization for Dayton

Films on the following topics are available in VHS format:

- The Parkdale, Prince Edward Island, two-stage combustion incinerator
- Flakt Canada's pollution control system
- Quebec City mass-burning incinerator

Please send your requests for more information to:
Technical Services Publications
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Le programme d'essai et d'évaluation national des incinérateurs



Environnement Canada Environment Canada

Canada

LE PLAN VERT DU CANADA

Pour recevoir d'autres exemplaires, veuillez vous adresser à :
l'Informathèque
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

N° de cat. En 21-97/1991
ISBN 0-662-58053-2
Mars 1991

© Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1991
Conception graphique : Hewson, Bridge and Smith Ltd, Ottawa, Canada
Imprimé par : National Printers (Ottawa) Inc.

Imprimé au papier recyclé

Pensez à recycler !

Think Recycling!

Le programme d'essai et d'évaluation national des incinérateurs

Environnement Canada Environment Canada

Canada

Vue d'ensemble

La vie moderne a des inconvénients bien de son temps, comme les ordures.

Le Canada produit chaque année environ 16 millions de tonnes d'ordures et cherche constamment à innover pour s'en débarrasser. De plus en plus, non seulement trouvons-nous les techniques d'élimination traditionnelles, comme l'enfouissement, coûteuses mais aussi nocives pour la santé et l'environnement.

Au début des années 80, il nous fallait mettre à l'essai de meilleures techniques de gestion des déchets, notamment la réduction, le recyclage, la réutilisation et même, dans les circonstances appropriées, la récupération d'énergie par voie d'incinération. Et pourquoi, dans ce cas, ne pas considérer les ordures comme une ressource ? Après recyclage et réutilisation, il en subsiste un tonnage considérable dont on peut récupérer l'énergie en l'incinérant. Mais tout aussi séduisante fût-elle, cette technique n'était pas jugée sûre par le grand public.

En 1984, Environnement Canada a mis sur pied le Programme d'essai et d'évaluation national des incinérateurs (PEÉNI) pour s'attaquer à la menace que posaient les émissions et les cendres de l'incinération pour la santé et l'environnement. Depuis, le PEÉNI a évalué diverses techniques d'incinération, de lutte contre la pollution de l'air et de traitement des cendres.

Ainsi, pour la première fois, les Canadiens possèdent de l'information solide qui leur permet de choisir l'incinération dans leur quête de solutions viables à l'élimination des déchets urbains.

Vous trouverez dans le présent document de l'information générale sur les incinérateurs et les dispositifs antipollution mis à l'essai par le PEÉNI, de même que les résultats de ces essais.

Environnement Canada a publié des rapports détaillés des résultats des essais réalisés par le PEÉNI depuis sa mise sur pied. Vous trouverez, à la fin de la présente « Vue d'ensemble », la liste de ces publications de même que l'information requise pour les obtenir.

Table des matières

Acronymes et abréviations **5**

La problématique des ordures **6**
Mettre les 3 R en pratique 6
Le quatrième R : récupérer l'énergie des déchets 7

Les débuts du PEÉNI **7**

Le programme d'essai des incinérateurs **8**
Les essais 8
Le champ d'application 8
La démarche 8

Le projet Parkdale 9
Le contexte 9
Le fonctionnement du système 9
Les postes d'échantillonnage 10
Les conclusions 10

L'incinérateur de déchets non conditionnés de Québec 11
Le contexte 11
Le fonctionnement du système 11
Le programme de modernisation 12
Le champ d'application 13
Les conclusions 14

L'incinérateur à combustibles dérivés des déchets du Connecticut 14
Le contexte 14
Le fonctionnement du système 15
Le champ d'application 16
Les conclusions 16

Les techniques de lutte contre la pollution de l'air **18**
Les essais de Québec 19
L'usine-pilote 19
Le champ d'application 20
Les conclusions 20

Le programme de caractérisation des cendres **21**
Vue d'ensemble 21
Les lieux des essais 21
La différence entre les cendres d'incinération et les cendres volantes 21
Les conclusions 22
La composition des cendres 22
Les résultats des essais de lessivage 22
L'évaluation du traitement des cendres volantes 23

Règlements **24**
Les lignes directrices du CCME 24
Le fonctionnement et les émissions des incinérateurs 24
Recommandations provisoires sur l'élimination des cendres 24

La prochaine étape **25**

Remerciements **25**

Annexe A : Polluants étudiés par le PEÉNI **26**

Annexe B : Publications du PEÉNI **27**

Acronymes et abréviations

CDD	Combustibles dérivés des déchets
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CUQ	Communauté urbaine de Québec
DSU	Déchets solides urbains
GTSC	Groupe de travail spécialisé sur les cendres
II	Incinération intégrée
LCPE	Loi canadienne sur la protection de l'environnement
PDMC	Pas dans ma cour
PEÉNI	Programme d'essai et d'évaluation national des incinérateurs
SA	Système antipollution
SWARU	Solid Waste Reduction Unit

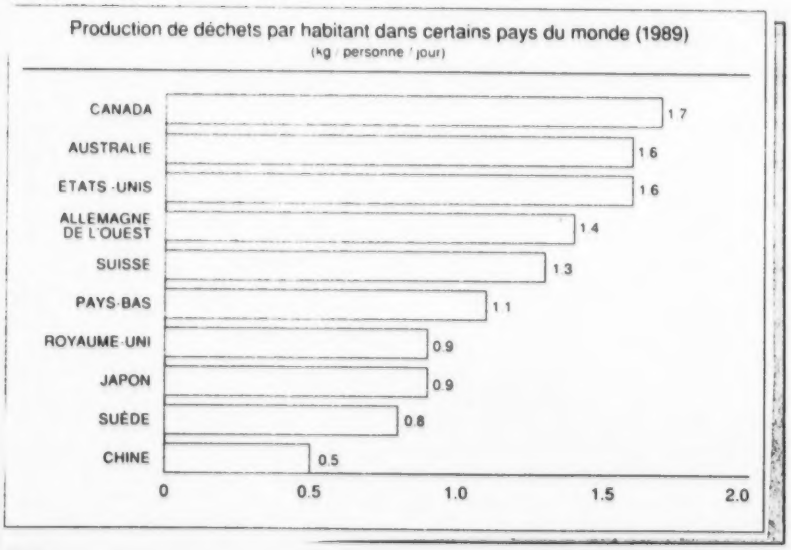
Nota : Pour les composés et les métaux, consulter l'annexe A.

La problématique des ordures

Le Canada est le plus grand « producteur » d'ordures au monde. Tous les jours, chaque individu met en moyenne 1,7 kilo d'ordures à la poubelle. En un an, cela fait plus de 16 millions de tonnes – de quoi remplir trois millions de camions à ordures, l'équivalent d'un aller-retour entre Ottawa et Tokyo.

Les ordures ménagères ont traditionnellement été enfouies. Mais s'en débarrasser et entretenir les sites d'enfouissement coûte de plus en plus cher. Qui plus est, les lieux d'enfouissement sont plus vite remplis que trouvés, et les prix des terrains situés près des régions urbaines sont devenus exhorbitants. Et n'oublions pas les coûts écologiques cachés. Par ailleurs, les produits chimiques filtrant des lieux d'enfouissement peuvent contaminer la nappe phréatique. Et la décomposition des ordures produit du méthane et du gaz carbonique, les principales causes de l'« effet de serre ».

Alors que rage le débat sur le syndrome « pas dans ma cour » (PDMC), la montagne d'ordures dans la cour arrière des Canadiens prend des proportions alarmantes.



Mettre les 3 R en pratique

En résumé, le meilleur moyen de réduire les coûts et l'impact environnemental de notre montagne d'ordures est d'en freiner l'accumulation. Devant l'urgence du problème, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) s'est fixé l'objectif de réduire de 50 % d'ici l'an 2000 la production de déchets au pays.

Pour atteindre cet objectif ambitieux, l'ensemble des gouvernements, le secteur privé et, surtout, les Canadiens, devront relever le défi collectivement – en changeant les pratiques industrielles et commerciales, en cessant de gaspiller et, d'abord et avant tout, en changeant d'attitude face aux déchets.

Les trois R – la réduction, la réutilisation et le recyclage – sont les clés de voûte d'une gestion responsable des déchets.

1. Nous devrions privilégier la **réduction** des déchets. Moins il y en aura, moins ils nous tracasseront.
2. Nous devrions **réutiliser** les déchets – les sacs de magasinage et les contenants de plastique, par exemple – et acheter des boissons gazeuses en bouteilles de verre réutilisables.
3. Il est moins important de **recycler** – la troisième solution – que de réduire ou de réutiliser en raison des coûts et de l'impact environnemental associés à la collecte et au recyclage.

C'est en mettant en pratique les 3 R que les Canadiens réussiront le mieux à garder leur pays propre. Quoiqu'il en soit, nous devrions continuer à éliminer d'importantes quantités de déchets solides urbains même si nous réussissons à réduire de 50 % ou plus notre production de déchets d'ici l'an 2000.

Le quatrième R : récupérer l'énergie des déchets

Les municipalités canadiennes étudient également la possibilité d'incinérer les déchets solides urbains (DSU) et d'en récupérer l'énergie.

Récupérer l'énergie des déchets, c'est-à-dire l'incinération intégrée (II), permet de réduire de plus de 90 % le volume des déchets destinés à l'enfouissement. L'énergie ainsi libérée peut servir à produire de la vapeur dont on se sert pour le chauffage, la production d'électricité ou dans des procédés industriels. De fait, une tonne d'ordures contient un peu plus d'énergie qu'un baril de pétrole brut.

Malheureusement, incinérer des déchets a ses inconvénients. Mal utilisés, les incinérateurs peuvent libérer dans l'atmosphère des polluants tels que des métaux lourds – le plomb et le mercure, par exemple – des dioxines, des furannes et d'autres matières organiques nocives, ainsi que des gaz acides qui contribuent à la formation des pluies acides.

Les débuts du PEÉNI

Considérer l'incinération des déchets à grande échelle comme un moyen acceptable de réduire la mise en décharge nous obligeait du même coup à étudier les risques qu'elle faisait courir à la santé et à l'environnement. Voilà pourquoi, en 1984, Environnement Canada a lancé le Programme d'essai et d'évaluation national des incinérateurs (PEÉNI). Dans le cadre du PEÉNI, Environnement Canada a travaillé directement avec l'industrie, les municipalités, les provinces et la communauté internationale à l'étude des techniques d'incinération intégrée et des dispositifs antipollution. L'objectif premier du PEÉNI consistait à définir les critères de conception et les conditions de fonctionnement minimisant le plus possible les émissions nocives produites par les incinérateurs de déchets urbains.

Plus spécifiquement, le PEÉNI devait :

- déterminer l'incidence des conditions de fonctionnement sur les émissions;
- mettre au point de meilleures techniques d'échantillonnage et de surveillance;
- mettre au point des lignes directrices de conception et d'exploitation optimales;
- établir une base de données permettant de mesurer l'impact des incinérateurs de déchets solides urbains sur la santé et l'environnement; et
- promouvoir des techniques écologiques.

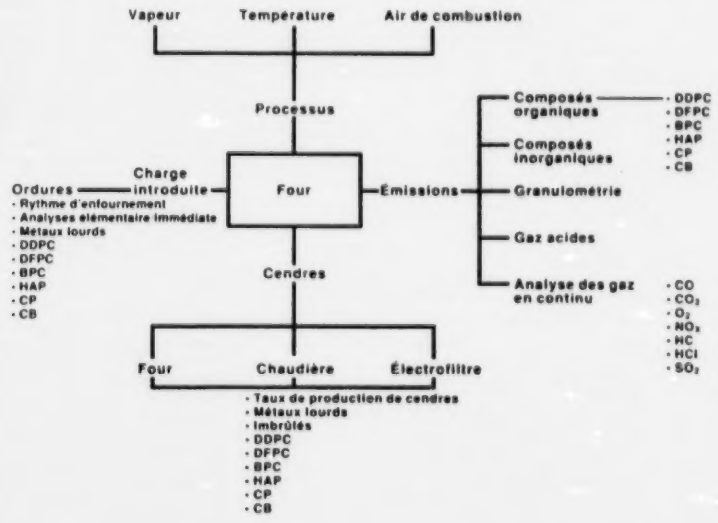
En 1985, en vertu du PEÉNI, on est allé plus loin en amorçant une étude sur les propriétés chimiques et de filtration des cendres des déchets urbains solides et sur la meilleure façon de les éliminer.

Le programme d'essai des incinérateurs

Le gros du travail du PEÉNI consistait à soumettre les incinérateurs dernier cri – sans doute ceux dont nous ferons usage dans l'avenir – à une batterie d'épreuves. Pour couvrir le plus de terrain possible, le PEÉNI a évalué la performance de trois types d'incinérateurs intégrés :

- L'incinérateur biphasé de Parkdale (Île-du-Prince-Édouard). Ce petit incinérateur convient aux collectivités de moins de 100 000 habitants. Les essais ont eu lieu en 1984.
- L'incinérateur modernisé de la CUQ, à Québec, qui brûle des déchets non conditionnés. La modernisation et les essais ont eu lieu au printemps de 1986.
- Un incinérateur à combustibles dérivés des déchets. Cet incinérateur de Hartford (Connecticut) a été mis à l'essai au cours de l'hiver 1988-1989 en vertu d'un programme conjoint avec la *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA), l'agence américaine pour la protection de l'environnement.

Paramètres étudiés lors des essais de performance



Les essais

Le champ d'application

Les ingénieurs du PEÉNI ont suivi à peu de choses près les mêmes procédures d'essai d'un type d'incinérateur à l'autre. Ainsi, ils mesuraient la performance de l'incinérateur et de ses dispositifs antipollution afin de comprendre l'influence de conditions de fonctionnement variées sur les émissions. Ce travail a permis d'identifier des paramètres de fonctionnement simples et fiables rendant l'incinération des déchets aussi propre et efficace que possible.

Le PEÉNI a mesuré les quantités de dioxines et de furannes, de biphényles polychlorés (BPC), d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), de métaux tels que le plomb et le mercure, de gaz acidiques tels que l'anhydride sulfureux (SO_2), de gaz de combustion tels que l'oxyde de carbone (CO) et de poussières fines appelées particules (liste détaillée des polluants à l'annexe A) émises par chacun des types d'incinérateur.

La démarche

La mise à l'essai s'est faite en deux étapes. On a d'abord soumis l'équipement à une série d'essais de caractérisation, et ce, à toutes ses conditions pratiques de fonctionnement. Ces essais ont permis de retenir un petit nombre de conditions représentatives, des bonnes aux mauvaises, en vue d'essais de performance plus poussés.

Les essais de performance ont permis aux ingénieurs du PEÉNI d'observer en détail ce qui se produisait dans le « ventre » de l'incinérateur. Par souci d'exactitude, ils ont répété les essais deux ou trois fois à chacune des conditions retenues, puis ils ont comparé les résultats de ces épreuves.

Au cours de ces essais, on a surveillé de très près chaque étape du

fonctionnement de l'incinérateur et du dispositif antipollution – les températures de fonctionnement, le débit de l'alimentation en déchets, l'influx d'air de combustion, la température des effluents gazeux et d'autres variables. En même temps, on a mesuré la teneur en métaux lourds et en composés organiques (dioxines, furannes et BPC) des déchets enfournés ainsi que des cendres et des gaz d'incinération. Il en a été de même des émissions d'oxyde de carbone, d'oxygène, de gaz acides et de particules.

Le projet Parkdale

Le contexte

Le premier incinérateur intégré mis à l'essai par le PEÉNI se trouvait à Parkdale, à l'Île-du-Prince-Édouard. Cet incinérateur biphasé convient aux collectivités de moins de 100 000 habitants. L'usine de Parkdale, qui appartient à la *Prince Edward Island Energy Corporation*, a été conçu, construit et mis en service par la société Tricil Limited (maintenant appelée *Laidlaw Waste Systems Ltd.*), qui l'exploite toujours. L'incinérateur reçoit les déchets de la ville de Charlottetown, située à proximité, et fournit de la vapeur aux hôpitaux *Queen Elizabeth* et *Riverside Memorial*. Il a commencé à fonctionner en 1983. Les essais du PEÉNI ont eu lieu en 1984.

Le fonctionnement du système

L'usine de Parkdale possède trois unités d'incinération Consumat CS (fours à combustion) pouvant chacune brûler jusqu'à 33 tonnes de déchets par jour. L'incinérateur est logé dans un immeuble doté d'une aire de déchargement. Les morceaux de métal volumineux sont déposés dans un bac à ferraille à recycler, tandis que le reste des déchets non combustibles, comme les blocs de béton, sont triés puis évacués vers une décharge. Un opérateur de benne à chargement frontal mélange ensuite les ordures de façon à ce que l'alimentation soit assez uniforme.

De la trémie de chargement, des lots sont poussés par une grille mobile refroidie à l'eau dans la chambre de combustion, où ils avancent sur des grilles de transfert. À l'autre extrémité du four se trouve le cendrier, d'où les résidus sont évacués dans la cuve d'extinction.

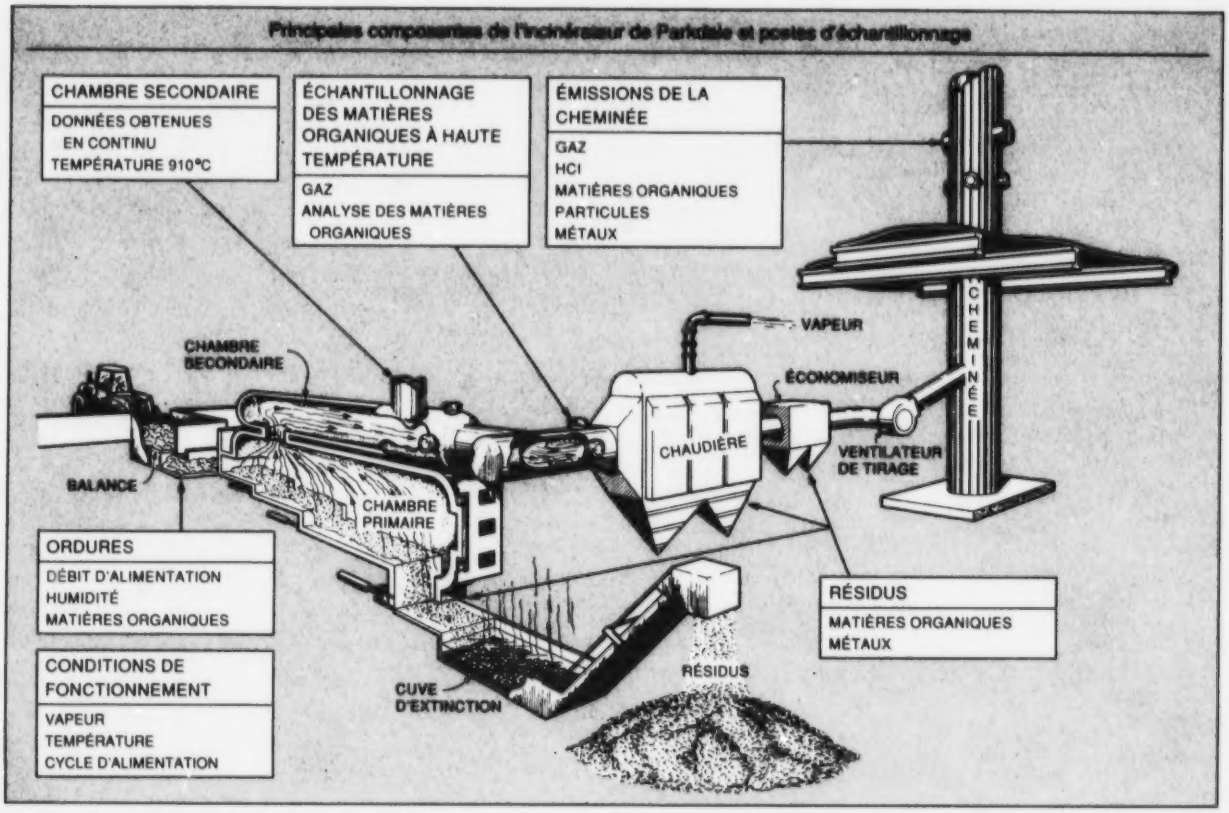
L'air primaire arrive lentement dans la chambre. La température de la chambre primaire, contrôlée par un thermocouple fixé à la voûte, est maintenue entre 620 et 730°C. Pour ce faire, l'opérateur doit connaître la charge de déchets requise, ce que lui indiquent les voyants surmontant la chute d'alimentation.

De la chambre primaire, les gaz combustibles passent dans la chambre secondaire, où ils sont mélangés à de l'air secondaire préchauffé pour finir de brûler. L'air qui circule dans la chambre secondaire est maintenu à environ 1 000°C.

Le système peut fonctionner soit en mode d'incinération soit en mode de récupération de chaleur. En mode de récupération, les gaz circulent dans une chaudière, qui produit la vapeur à faible pression destinée aux hôpitaux.

De la chaudière, les gaz pénètrent dans un économiseur, d'où un ventilateur les tire vers une cheminée.

Les résidus des trois chambres de combustion sont déversés dans une cuve d'extinction à eau, puis évacués par un convoyeur à bande inclinée, qui laisse retomber le gros de l'eau dans la cuve. Les résidus tombent dans un conteneur qu'un camion va vider dans une décharge.



Toute l'opération est surveillée par une série de voyants, d'instruments de contrôle et d'avertisseurs sonores, qui renseignent l'opérateur sur le flux et la température de l'air primaire et secondaire et sur les conditions de fonctionnement. Un ordinateur régularise l'intermittence des cycles.

Les postes d'échantillonnage

Les ingénieurs du PEÉNI ont prélevé des échantillons à plusieurs endroits : dans la cheminée, à la sortie de l'économiseur, à l'entrée de la chaudière, dans le passage reliant les chambres primaire et secondaire et dans la chambre primaire même. Ils ont également prélevé des échantillons de cendres.

Les conclusions

- L'incinérateur biphasé émettait relativement peu de particules comparativement aux incinérateurs intégrés classiques alimentés en déchets non conditionnés.
- Plus la température des chambres secondaires était élevée, moins l'incinérateur émettait de composés organiques mais plus il émettait de métaux.
- Les teneurs en dioxines et en furannes étaient plus faibles à l'entrée de la chaudière qu'à la cheminée, ce qui pourrait signifier que certains composés organiques se forment lors du refroidissement.

- Les émissions de cet incinérateur ne présentaient aucune différence notable d'une condition de fonctionnement à l'autre, renforçant la théorie selon laquelle un incinérateur bien conçu et bien utilisé réduit au minimum les émissions préoccupantes.

L'incinérateur de déchets non conditionnés de Québec

Le contexte

L'incinérateur de déchets non conditionnés de Québec est l'un des plus grands incinérateurs au Canada. Sa capacité de 900 tonnes d'ordures par jour lui permet de répondre aux besoins d'une ville d'environ 500 000 habitants. Propriété de la Communauté urbaine de Québec (CUQ), cet incinérateur est exploité par la société Montenay Inc. Toute la vapeur produite est vendue à la Reed Paper Ltée (maintenant la *Daishowa Forest Products Ltd.*), qui la reçoit à un débit relativement constant et entre certaines limites de pression.

Non seulement cet incinérateur est-il un des plus grands, mais il est aussi l'un des plus anciens au pays. Bref, le candidat idéal pour le PEÉNI, désireux de moderniser un incinérateur de déchets non conditionnés afin d'en étudier le rendement. La CUQ a investi deux millions de dollars dans la modification de l'un des quatre fours de l'usine. L'évaluation du four rénové a eu lieu en 1986 et a duré trois mois.

Le fonctionnement du système

L'incinérateur de Québec ressemble à toutes les installations conventionnelles de sa famille. Dans un premier temps, les camions à ordures déchargent leur contenu dans un silo à ordures. Puis tous les articles jugés impropres à l'incinération, les gros appareils par exemple, sont retirés du silo au moyen d'une grue et envoyés selon le cas à la ferraille ou à une décharge. Deux grues suspendues à des ponts roulants transfèrent les ordures du silo aux trémies de chargement vibrantes, qui alimentent la grille de séchage.

Le fond du four est formé de trois groupes de grilles mobiles dont le va-et-vient fait avancer les déchets. Les cendres tombent de l'extrémité de la troisième grille dans la cuve d'extinction.

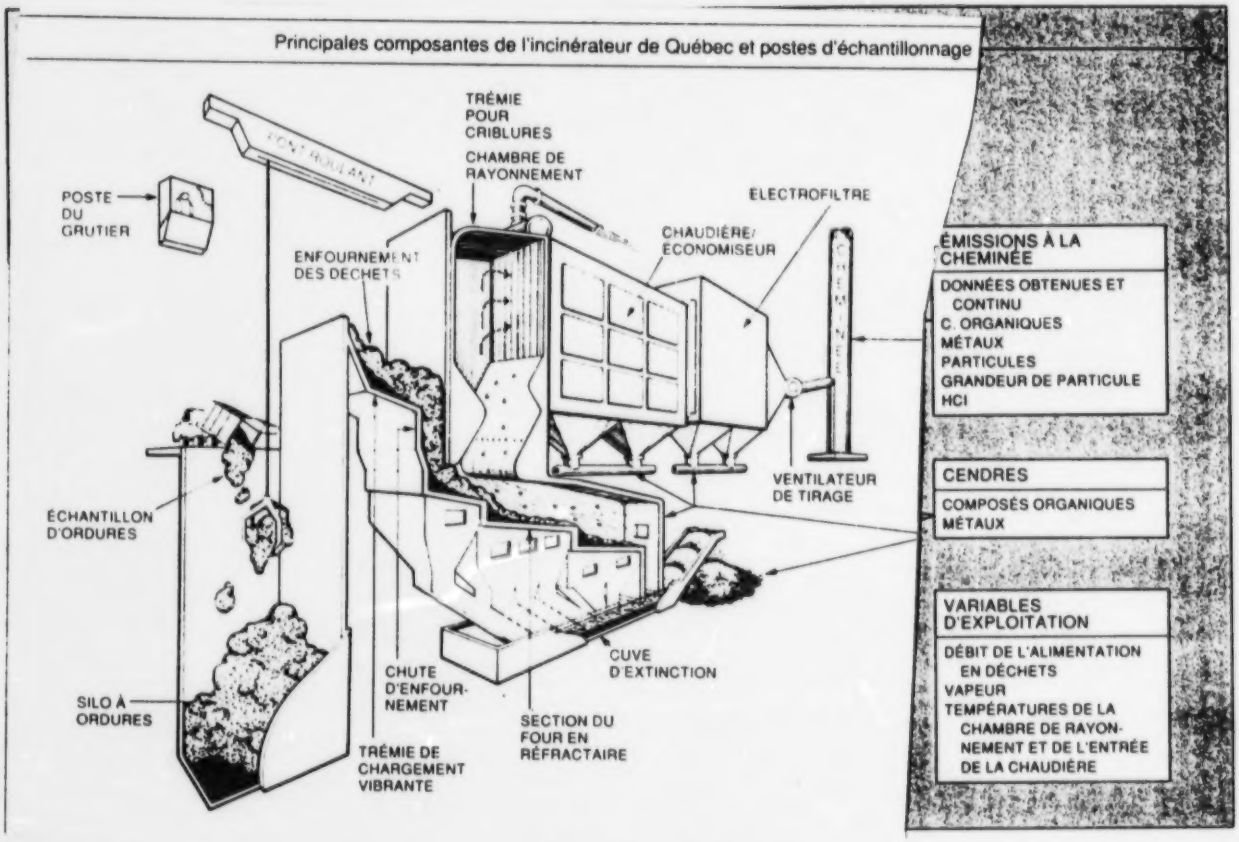
Le plafond et les parois du four sont constitués de tubes soudés en rangée dans lesquels on fait circuler l'eau de la chaudière afin d'en récupérer la chaleur. Le bas de cet écran est revêtu d'un matériau ignifuge qui le protège de l'action directe des flammes. Le plafond du four n'en est cependant pas revêtu de façon à maximiser la récupération de chaleur.

De la chambre de rayonnement, les gaz pénètrent dans la chaudière de récupération. Au sortir de la chaudière, ils atteignent de 200 à 280°C.

Les gaz refroidis passent dans un électrofiltre à deux champs, qui capte les particules, puis sont tirés dans une cheminée par un ventilateur, puis évacués dans l'atmosphère.

Les cendres de la cuve d'extinction sont recueillies par un système d'élimination des cendres semblable à celui utilisé à Parkdale, puis jetées dans une décharge locale.

Principales composantes de l'incinérateur de Québec et postes d'échantillonnage

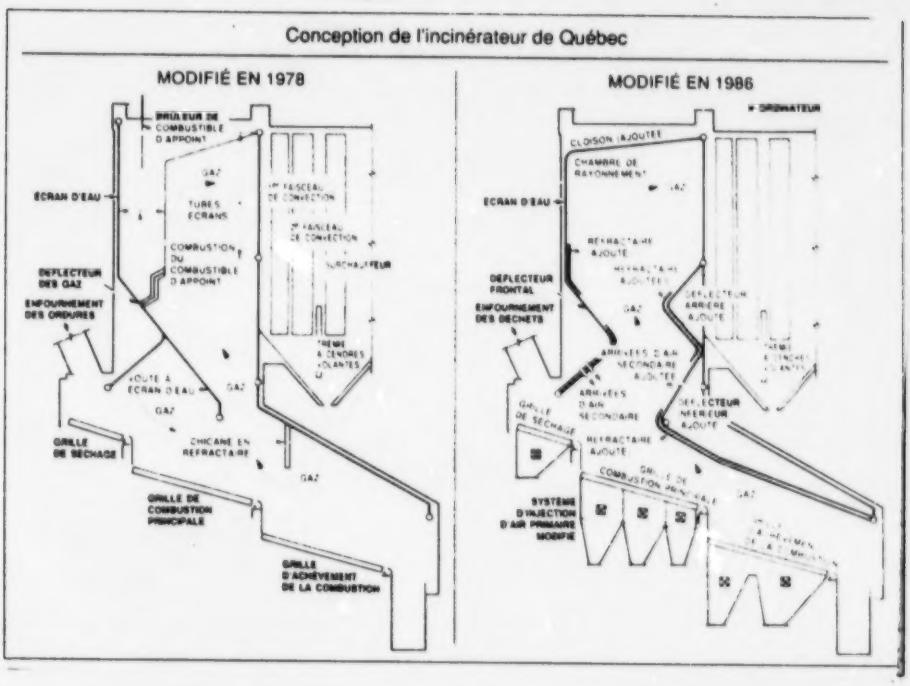


Le programme de modernisation

La modernisation de l'incinérateur de la CUQ a été entreprise après la publication, en 1985, des résultats d'une étude réalisée par les sociétés Lavalin Inc. et Nels Laboratories. À partir des conclusions de l'étude, l'un des quatre fours a été modifié comme suit :

- La chambre de rayonnement a été élargie pour ralentir les gaz, mieux mélanger l'air secondaire dans le bas de la chambre et mieux distribuer les gaz dans la chaudière. On a aussi enlevé le boîtier du brûleur d'appoint de sorte que le volume de la chambre de rayonnement s'est accru de 32 %.
- Pour améliorer la distribution de l'air primaire et le contrôle de son débit, on a installé un nouveau système de distribution de l'air sous les grilles de combustion.
- Des buses d'injection d'air à grande vitesse ont été installées sur le déflecteur avant et sur le nouveau déflecteur arrière. Ces buses injectent de l'air frais dans la chambre au-dessus des grilles de combustion de façon à ce que les déchets brûlent mieux.
- De nouveaux instruments de contrôle ont été ajoutés afin que les opérateurs puissent enregistrer rapidement les changements qui se produisent dans la chambre de rayonnement de la chaudière.

Conception de l'incinérateur de Québec



Toutes ces modifications ont amélioré la combustion des déchets. Le nouveau système de contrôle informatisé a également permis au PEÉNI d'étudier de plus près les effets de la modernisation sur le brûlement des déchets.

Le champ d'application

En tout, les ingénieurs du PEÉNI ont soumis l'incinérateur à 22 essais de caractérisation à 18 conditions de fonctionnement. Sur la base des résultats obtenus, ils ont retenu cinq conditions en vue d'essais de performance plus poussés.

Durant les essais de performance, des données ont été recueillies en divers points de l'incinérateur afin d'en évaluer le fonctionnement. On a ainsi analysé les déchets entrant dans l'incinérateur et les cendres produites par leur combustion afin d'y déceler les matières organiques à l'état de traces telles que les dioxines, les furannes, les BPC et les hydrocarbures ainsi que les métaux lourds tels que le plomb et le mercure.

Les gaz sortant du filtre électrostatique ont été analysés en continu pour déterminer leur teneur en oxyde de carbone, en gaz carbonique, en anhydride sulfureux, en chlorure d'hydrogène, en oxyde d'azote et en oxygène. Des prélèvements manuels ont été faits pour déterminer les quantités de matières organiques à l'état de traces et de métaux présents dans les déchets.

Un réseau de saisie des données sur micro-ordinateur a servi à enregistrer, à stocker et à analyser toutes les données recueillies lors de chaque essai. Ce réseau a permis d'obtenir des graphiques et des statistiques en temps réel sur les conditions régnant dans l'incinérateur et a été très utile pour surveiller les effets des changements subis par ces conditions.

Les conclusions

Puisque le ministère de l'Environnement du Québec avait déjà mesuré les émissions produites par l'incinérateur avant que celui-ci ne soit modifié, les ingénieurs du PEÉNI ont été en mesure de comparer le nouveau modèle avec l'ancien.

L'une des observations les plus frappantes est peut-être la réduction marquée des émissions de particules sans avoir modifié le système antipollution existant. Réduire les émissions de particules revêt une grande importance parce que les métaux lourds et les dioxines s'échappent dans l'atmosphère en s'accrochant à des particules.

L'incinérateur modifié a réduit de beaucoup les émissions de matières organiques à l'état de traces visées par les essais, notamment de dioxines et de furannes, et ce, à toutes les conditions de fonctionnement. Les émissions de métaux lourds sortant de la cheminée ont également diminué, ce qui signifie qu'au lieu de s'échapper par la cheminée, les métaux lourds restaient dans la cendre, ce qui permet de les traiter avant de les éliminer.

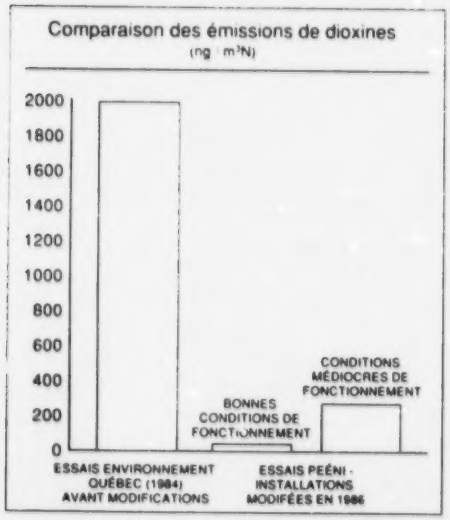
Selon les essais faits à l'incinérateur de la CUQ, la teneur des émissions gazeuses en oxyde de carbone constitue un bon indicateur de combustion. Les émissions minimales de dioxines et d'autres matières organiques à l'état de traces correspondent à moins de 50 parties par millions.

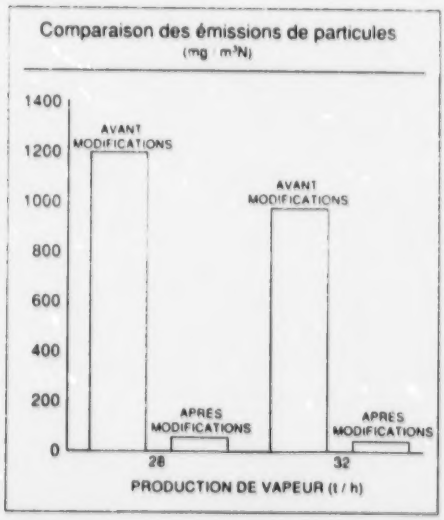
En dernier lieu, la modernisation de l'incinérateur a permis de réduire la quantité de cendres volantes et de matières organiques qui s'y trouvent.

L'incinérateur à combustibles dérivés des déchets du Connecticut

Le contexte

Les derniers essais du PEÉNI ont eu lieu chez nos voisins du Sud, plus précisément à Hartford, au Connecticut, dans un incinérateur à combustibles dérivés des déchets (CDD) exploité par la Connecticut Resource Recovery Authority. Ce type d'incinérateur représente une solution avantageuse aux besoins d'incinération des grands centres urbains. Puisqu'il n'existait aucun incinérateur à CDD moderne au





Canada lorsqu'ont été réalisés les essais du PEÉNI, celui-ci a fait équipe avec la *U.S. Environmental Protection Agency* pour mettre l'usine de Hartford à l'épreuve.

Les essais visaient un double objectif : étudier le modèle et le fonctionnement de l'incinérateur à CDD afin d'établir des règlements sur les limites des émissions, d'une part, et mieux comprendre de quelle façon les polluants sont produits, détruits ou enlevés des incinérateurs de déchets et dispositifs antipollution connexes.

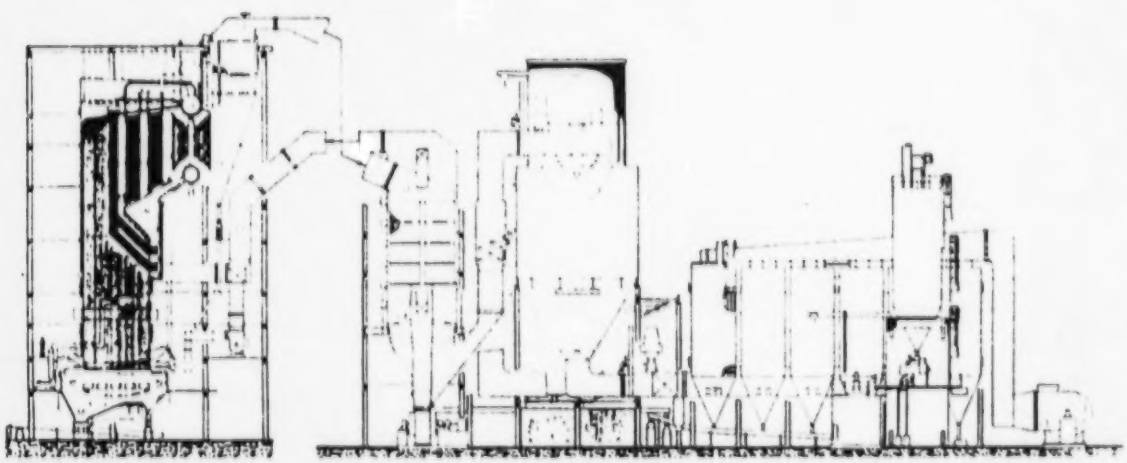
Le fonctionnement du système

L'incinérateur à CDD exploité à Hartford, que la société *Combustion Engineering* (maintenant appelée *ASEA Brown Boveri*) a conçu et construit et qu'elle exploite, traite jusqu'à 1 800 tonnes de DSU par jour que lui fournissent 44 communautés de la région de Hartford. Il est donc deux fois plus gros que celui de Québec.

La principale différence entre l'incinérateur de Hartford et ceux de Parkdale et de Québec réside dans le traitement qu'on y fait avant l'incinération. On y « prépare » en effet les déchets avant de les incinérer.

Les camions à ordures déversent leurs chargements de déchets solides urbains dans une aire de traitement des déchets, où on les trie à la main. Ce triage permet de retirer les grosses ordures, les petites ordures non combustibles et le matériel pouvant exploser, comme les bonbonnes de gaz propane. Ce dépouillement est suivi d'un battage, d'un déchiquetage primaire, d'une séparation magnétique (afin d'en extraire les métaux ferreux), d'un passage au crible rotatif (pour enlever la saleté et le verre), et d'un déchiquetage secondaire (pour obtenir des CDD de taille uniforme). Les CDD traités sont envoyés par convoyeur dans une aire d'entreposage, d'où ils seront transférés à l'incinérateur.

Schéma de la chaudière à vapeur de CDD et du système antipollution du centre du Connecticut


CHAUDIÈRE À ALIMENTATION AUTOMATIQUE VU-40
VENTILATEUR DE TIRAGE ET CHAUFFEUR D'AIR TUBULAIRE
ABSORBEUR DE L'ÉPURATEUR SEC
FILTRE EN TISSU CAPTEUR DE POUSSIÈRE (SAC)
SYSTÈME DE PRÉPARATION DES ADDITIFS DE CHAUX POUR ÉPURATEUR SEC
VENTILATEUR DE TIRAGE INDUIT

Un réseau de convoyeurs à courroie transporte les CDD à l'incinérateur. À Hartford, on mélange parfois du charbon avec les CDD avant de les introduire dans l'incinérateur. Mais aucun ne l'a été pendant les essais réalisés par le PEÉNI.

Le système de combustion utilisé à Hartford comprend un four conçu en fonction des incinérateurs ne brûlant que des CDD, ou des CDD mélangés avec du charbon. À Hartford comme à Québec, on contrôle la combustion des déchets en régularisant l'arrivée d'air primaire sous la grille de combustion et l'influx d'air secondaire (celui injecté au-dessus des flammes) et en contrôlant l'alimentation de l'incinérateur en déchets.

Les gaz brûlants traversent ensuite le surchauffeur, la chaudière, l'économiseur et le préchauffeur d'air, qui capte la chaleur servant à produire la vapeur.

Les gaz acides, particules et autres polluants présents dans les effluents gazeux traversent un dispositif antipollution à deux étapes. Ce système comprend un épurateur humide-sec à chaux doté d'un filtre en tissu (voir la section intitulée « Techniques antipollution » pour plus d'information). Les effluents gazeux nettoyés sont ensuite évacués par la cheminée.

Comme à Québec et à Parkdale, les cendres d'incinération (tombantes) tombent dans la cuve d'extinction au bout de la grille de combustion. À Hartford, on collecte séparément les cendres volantes de chaque système de dépollution des gaz. Les cendres d'incinération et les cendres volantes sont convoyées dans une aire d'entreposage avant d'être transportées par camion jusqu'à une décharge locale.

Le champ d'application

Les essais de caractérisation effectués à Hartford ont porté sur 28 conditions de fonctionnement. À partir des résultats obtenus, les ingénieurs du PEÉNI ont choisi quatre taux de production de vapeur en vue des essais de performance. Treize essais ont eu lieu en février 1990.

Les essais effectués à Hartford ont été particulièrement exigeants puisque l'évaluation portait sur les techniques d'incinération et de dépollution en même temps. De nombreux échantillons et quantité de données ont été recueillis à chaque essai. Les postes d'échantillonnage visés par les essais comprenaient l'entrée des CDD, l'eau de l'étang, l'entrée de la bouillie de chaux, les cendres et résidus d'incinération, la cendre de l'économiseur, la cendre d'incinération sèche, la cendre d'incinération humide, la cendre du filtre en tissu, ainsi que les gaz à l'entrée du préchauffeur, l'entrée du pulvérisateur de chaux, et la sortie du filtre en tissu.

Pendant les essais, le système d'acquisition de données fonctionnait en interactivité directe, enregistrant les données de fonctionnement provenant de la salle de contrôle et les données en continu sur les émissions provenant de l'entrée et de la sortie du pulvérisateur de chaux, ainsi que de la sortie du filtre en tissu.

Les conclusions

Les résultats obtenus à Hartford indiquent dans l'ensemble que l'arrimage d'un dispositif antipollution moderne à un incinérateur à CDD permet de contrôler de près les émissions de ce dernier. De fait, les quantités de polluants émis par les incinérateurs

à CDD sont généralement inférieures à celles du modèle à déchets non conditionnés en service à Québec.

Il ressort plus particulièrement des essais faits à Hartford que :

- à chaque condition d'essai, les émissions totales de dioxines et de furannes étaient bien en-deçà des limites fixées par le CCME. Le dispositif antipollution épurateur-filtre en tissu a permis de réduire de 99 % (pour la ramener à des niveaux quasi indétectables) la teneur des déchets en dioxines et en furannes;
- l'incinérateur à CDD a réduit de plus de 99 % les émissions de métaux, sauf le nickel (plus de 84 %), de chrome et de mercure (plus de 97 %);
- comme lors d'autres études du PEÉNI et d'études connexes, la concentration de matières organiques à l'état de traces et de métaux plus volatils était nettement supérieure dans la cendre prélevée dans le filtre en tissu que dans la cendre d'incinération;
- en raison de leur structure, les chaudières des incinérateurs à CDD produisent plus de particules que celles des incinérateurs de déchets non conditionnés ou des incinérateurs biphasés, d'où la nécessité d'un dispositif antipollution efficace;
- moyennant de bonnes conditions de fonctionnement, les émissions d'oxyde de carbone demeuraient inférieures à 100 parties par million.

En étudiant la corrélation entre les émissions de certaines substances, nous avons pu concevoir des modèles de prédiction. Ces modèles permettent aux opérateurs de minimiser les émissions de polluants difficiles à estimer en mesurant en continu les substances plus faciles à surveiller, comme l'oxyde de carbone (CO), l'oxyde nitreux (NO_x), l'acide chlorhydrique (HCl), l'eau dans les effluents gazeux et la température dans la chaudière ou à la sortie de l'économiseur, et en procédant aux réglages opportuns.

Des modèles de prédiction ont été formulés non seulement pour la chaudière mais aussi pour le dispositif antipollution. On peut ainsi contrôler efficacement les émissions de HCl et de SO_2 en modifiant le rapport stoechiométrique (ratio de la chaux aux gaz acides dans l'épurateur sec).

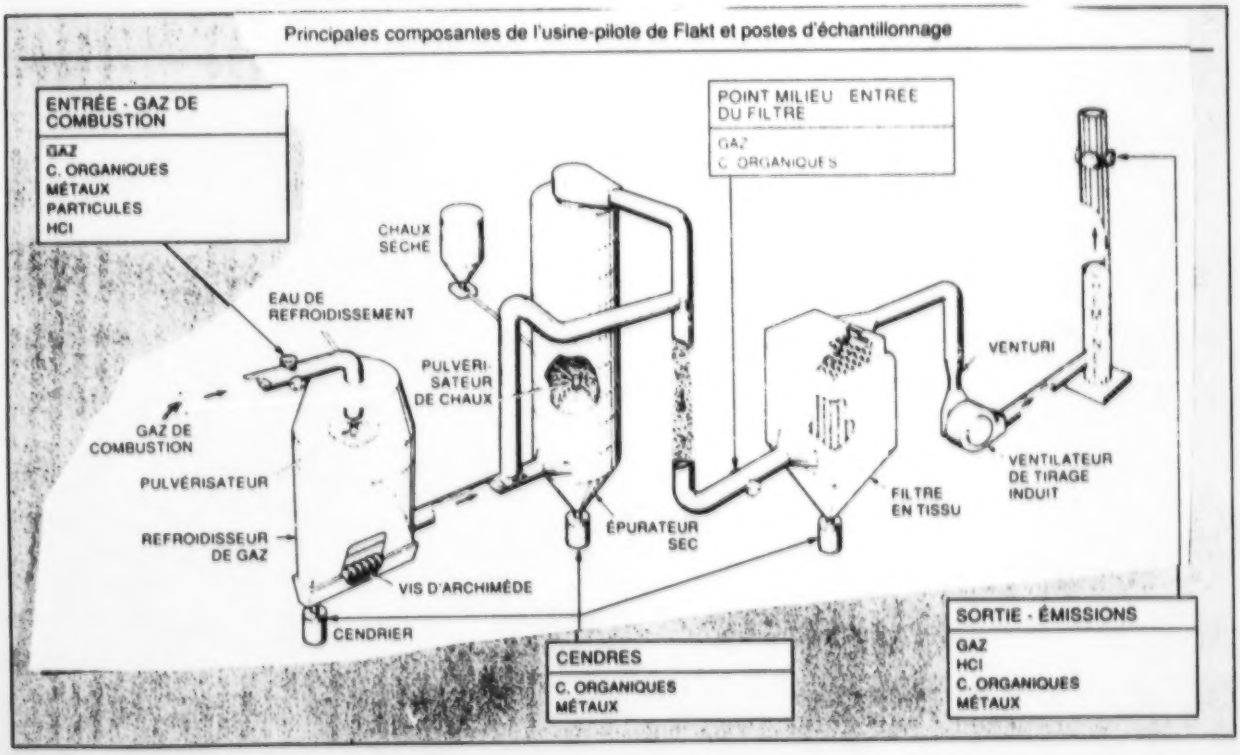
Les techniques de lutte contre la pollution de l'air

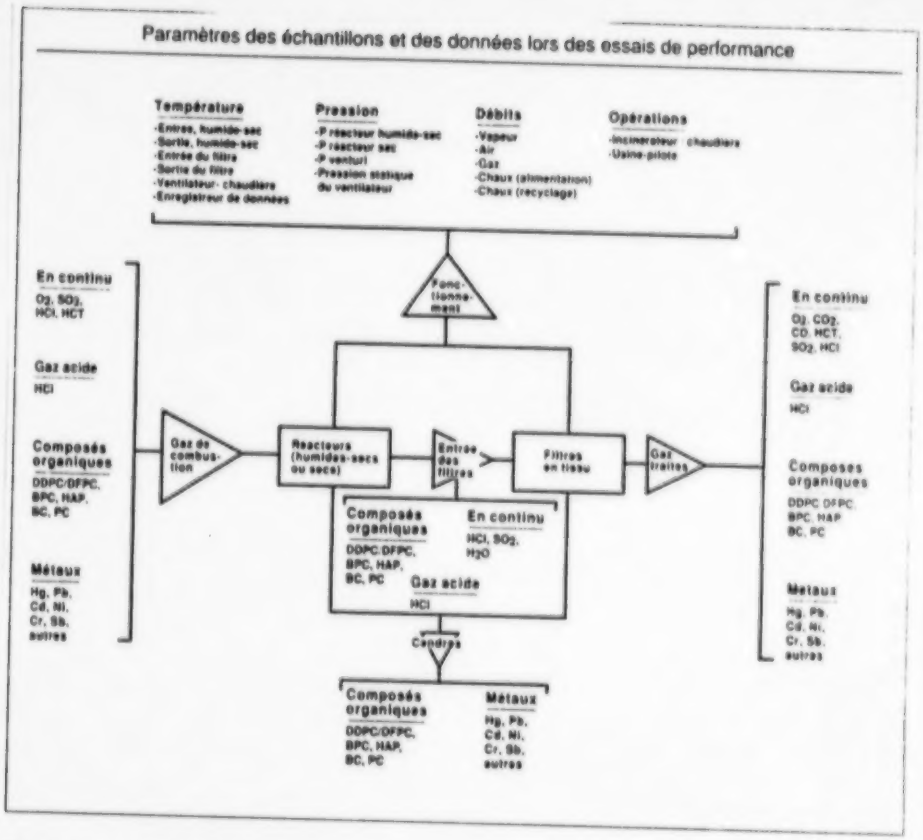
Aussi efficace soit-il, tout incinérateur émettra une certaine quantité de toxines. Le défi à relever consiste à mettre au point une technique d'élimination ou de neutralisation efficace de ces polluants avant qu'ils ne contaminent l'environnement. Jusqu'à récemment, les techniques antipollution (TA) étaient trop rudimentaires pour capter adéquatement les toxines des gaz produits par les incinérateurs. Heureusement, des progrès extraordinaires ont été enregistrés dans le domaine des TA appliquées à l'incinération depuis l'installation, en 1974, des premiers précipitateurs électrostatiques dans le système d'incinération de déchets non conditionnés de la ville de Québec.

Pour mesurer l'efficacité de deux systèmes modernes de ce genre, le PEÉNI a fait équipe avec Flakt Canada Ltd., qui fabrique des dispositifs antipollution. Flak a construit un système-pilote à côté de l'incinérateur de la ville de Québec. Objectif : déterminer le rendement des équipements à diverses conditions de fonctionnement.

Les essais effectués en 1985 à Québec représentaient la plus ambitieuse mise à l'essai de dispositifs antipollution pour incinérateurs intégrés jamais entreprise à ce jour. Les résultats ont été des plus concluants : le dispositif combiné épurateur-filtre en tissu a réduit de façon spectaculaire la teneur en gaz acides, en composés organiques et en métaux des émissions produites par les incinérateurs intégrés. Les résultats des essais menés à l'usine de Hartford, qui emploie également un système épurateur-filtre en tissu, corroboraient, à l'instar d'autres mises à l'essai faites par des organisations nord-américaines et européennes, les conclusions tirées par le PEÉNI à Québec.

Principales composantes de l'usine-pilote de Flakt et postes d'échantillonnage





Les essais de Québec

L'usine-pilote

L'usine-pilote de la ville de Québec a permis d'évaluer deux types de système antipollution : l'un à épurateur humide-sec (avec pulvérisateur et séchage) et filtre en tissu et l'autre à épurateur sec et, lui aussi, filtre en tissu.

On voulait déterminer plus particulièrement le rendement de ces systèmes au chapitre de l'élimination des gaz acides, des composés organiques et des métaux lourds à diverses conditions de fonctionnement.

Flakt Canada Ltd. a financé et construit l'usine-pilote à grande échelle adjacente à l'incinérateur de déchets non conditionnés de la CUQ. Environnement Canada, Approvisionnements et Services Canada, Énergie, Mines et Ressources Canada, le ministère de l'Environnement du Québec, le ministère de l'Environnement de l'Ontario et la CUQ ont soutenu le projet.

L'usine-pilote a été conçue de façon à reproduire à échelle réduite les conditions d'une véritable usine. Des effluents gazeux étaient extraits de l'un des quatre fours à déchets non conditionnés, puis acheminés vers l'usine-pilote avant d'être introduits dans le système antipollution actuel de la CUQ (un précipitateur électrostatique).

Le système comprend les principaux éléments que voici : deux types d'épurateur, un filtre en tissu à pulso-réacteur, un ventilateur de tirage induit avec venturi et une cheminée. Dans

chaque type d'épurateur, les effluents gazeux sont mis en contact avec la chaux, sèche ou en bouillie, qui réagit aux impuretés contenues dans les gaz et les neutralise.

L'épuration se termine dans le filtre en tissu, dont la taille (celle d'un sac), la construction et le tissage influent sur le rendement du système. Le sac retenu pour les essais est fabriqué de Teflon résistant à la chaleur. Non seulement ce matériel capte-t-il les particules de poussière mais il résiste également aux gaz acides.

Le champ d'application

Comme dans le cadre du Programme d'essai des incinérateurs, l'évaluation des émissions s'est déroulée en deux étapes. La phase de « caractérisation », la première, comprenait 13 essais. Après examen des résultats de caractérisation, les gestionaires du projet ont conclu que la température des effluents gazeux traversant le filtre en tissu était la variable-clé de l'élimination des gaz acides, du mercure et des composés organiques. La phase de « performance », la deuxième, soit 13 essais à 6 conditions de fonctionnement, mettait l'accent quant à elle sur les liens entre la température des effluents gazeux et l'efficacité de l'élimination.

On a prélevé des échantillons d'effluents gazeux à l'entrée de l'usine-pilote, au milieu de l'incinérateur (à l'entrée du filtre en tissu) et dans la cheminée.

Les conclusions

Les résultats des essais effectués à Québec, et ceux des essais réalisés plus tard au Connecticut, montrent que nos équipements modernes réussissent à éliminer la plupart des polluants :

- On a éliminé plus de 99 % des dioxines et des furannes, dont la teneur frisait la limite de détection des appareils d'échantillonnage et des méthodes d'analyse.
- D'autres composés organiques à l'état de traces, comme les biphényles polychlorés et les hydrocarbures aromatiques polycycliques, ont aussi été éliminés efficacement par les deux systèmes à épurateur (80 à 98 %); le rendement de l'élimination variait selon la température des effluents gazeux.
- Le système a réussi à éliminer (jusqu'à 99 %) les métaux volatils, sauf le mercure; pour éliminer efficacement ce métal, il faut refroidir les effluents gazeux.
- On a réduit de beaucoup la teneur des émissions en gaz acides en injectant de la chaux dans les épurateurs par voie humide-sèche et dans les épurateurs secs de même qu'en refroidissant les effluents gazeux.

Pour avoir une meilleure idée des résultats des essais, comparons-les aux niveaux des émissions de l'incinérateur plus ancien de déchets non conditionnés de Québec. Le système de l'usine-pilote a permis d'amasser jusqu'à cent fois plus de poussières fines que le système conventionnel comportant un précipitateur électrostatique à deux champs, et a capté jusqu'à mille fois plus de composés toxiques, tels que les dioxines et les furannes. La teneur des émissions en gaz acides a également été réduite, tâche pour laquelle les systèmes antipollution conventionnels n'étaient pas conçus.

Le programme de caractérisation des cendres

Vue d'ensemble

Dans le cadre du PEÉNI, le Centre technique des eaux usées d'Environnement Canada a évalué les propriétés chimiques et la lessivabilité des cendres prélevées en divers points d'un certain nombre d'incinérateurs situés au Canada et aux États-Unis. Le programme de caractérisation des cendres est tombé à point. Avec l'apparition de modes de fonctionnement et de modèles d'incinérateurs plus efficaces, de même que de meilleures techniques de contrôle des émissions polluantes, les opposants à l'incinération des déchets ont commencé à s'intéresser moins aux émissions atmosphériques et plus à l'élimination des cendres. Aujourd'hui, s'il est difficile d'accepter la construction de nouveaux incinérateurs de déchets solides urbains, c'est en bonne partie à cause du problème de l'élimination des cendres.

Non seulement le programme de caractérisation des cendres du PEÉNI a-t-il été conçu pour déterminer les particularités de certains types de cendres recueillies dans divers incinérateurs et leurs dispositifs antipollution, mais aussi pour évaluer diverses méthodes de solidification ou de stabilisation des cendres. Caractériser des cendres comporte les opérations suivantes :

- analyser les cendres pour y déceler la présence de substances telles que les imbrûlés, les métaux lourds et les matières organiques à l'état de traces;
- réaliser des essais de lessivabilité (lixiviation) afin de savoir quelles substances s'échapperont des cendres mises en décharge;
- étudier la possibilité de solidifier ou de stabiliser les métaux lourds contenus dans les cendres au lieu de les éliminer; et
- déterminer la toxicité des substances extraites des cendres.

Le programme a également évalué des solutions de rechange à l'élimination des cendres, comme la solidification ou la stabilisation des cendres.

Les lieux des essais

Le programme de caractérisation des cendres a eu lieu en deux temps. Des échantillons ont d'abord été prélevés à Parkdale (Île-du-Prince-Édouard), à Québec et à Hartford, au Connecticut (États-Unis). On en a ensuite prélevé des échantillons à la SWARU, à Hamilton (Ontario), à l'incinérateur de l'hôpital général de London (Ontario), à l'usine de DSU du district régional du Grand Vancouver (Colombie-Britannique), à la 3M, à London (Ontario), et à l'incinérateur du comté sud de Montgomery, à Dayton, en Ohio (É.-U.).

Les premières recommandations sur la gestion des cendres, formulées à partir des conclusions tirées de ces essais, apparaissent dans le rapport du CCME sur les lignes directrices relatives au fonctionnement et aux émissions des incinérateurs de déchets solides urbains. Il en est question plus loin sous la rubrique « Règlements » du présent document.

La différence entre les cendres d'incinération et les cendres volantes

Les incinérateurs de DSU produisent deux sortes de résidus : des cendres d'incinération (tombantes) et des cendres volantes. Les cendres d'incinération sont celles qui passent à travers ou que l'on retire de la grille de brûlage d'un incinérateur. Les cendres volantes, quant à elles, sont formées de fines particules de poussières que l'on capte

dans les flux gazeux au moyen de dispositifs de récupération d'énergie (chaudière, économiseur et chauffeur d'air) ou de dispositifs antipollution.

Sauf dans certaines circonstances où il est impossible de recueillir séparément les cendres d'incinération et les cendres volantes, le PEÉNI a soumis les divers flux de cendres à des essais distincts. Ces essais sont importants parce que la composition des cendres volantes et des cendres d'incinération peut varier grandement et qu'il faut les traiter différemment pour les rendre écologiques.

Les conclusions

La composition des cendres

On a déterminé la composition chimique des différents types de cendres en analysant leur teneur en certains contaminants organiques tels que les dioxines, les furannes, les BPC et les HAP. En général, les incinérateurs atteignent des températures assez élevées pour détruire la plupart des composés organiques. Les essais de caractérisation ont révélé que les cendres volantes renfermaient une certaine quantité de la plupart des contaminants organiques résiduels, sauf les HAP. Leur présence s'explique probablement du fait qu'ils s'accrochent aux particules de cendres volantes, que capte ensuite le dispositif antipollution.

On a également analysé des échantillons de cendres pour y détecter la présence de certains métaux. Certains de ceux-ci, comme le mercure et le cadmium, se vaporisent à de plus basses températures. Il ne faut donc pas se surprendre que les métaux volatils aient été fortement concentrés dans les cendres volantes et que les « métaux stables », comme le chrome et le nickel, aient été trouvés dans les cendres d'incinération.

Les essais révèlent que la répartition réelle des métaux entre les cendres volantes et les cendres d'incinération varie selon le type d'incinérateur de même que ses dispositifs antipollution et ses conditions de fonctionnement. Ainsi, les cendres volantes des systèmes de combustion biphasés contiennent de fortes concentrations de métaux « volatils », tandis que les cendres volantes produites par les systèmes à CDD en renferment beaucoup moins.

Les résultats des essais de lessivage

On a fait, dans le cadre du programme de caractérisation des cendres, des essais de lessivage (lixiviation) pour savoir si des métaux et d'autres contaminants allaient éventuellement s'infiltrer dans les eaux souterraines.

Pour ce faire, divers types de procédés d'extraction et de filtrage ont été utilisés. La formule de base était cependant la même pour tous ces procédés : on mélange d'abord les cendres avec de l'eau distillée, puis on analyse leur teneur en pH et en contaminants organiques de même qu'en métaux solubles.

Les essais ont révélé que les contaminants organiques se dissolvent assez difficilement dans l'eau. On s'attendait à ce résultat puisque les contaminants organiques s'accrochent fermement aux particules solides. Ainsi, les HAP à l'état de traces détectés dans certains résidus de lessivage étaient probablement accrochés fermement à des poussières ultra-fines, lesquelles demeuraient suspendues dans l'eau même après filtrage.

Le pourcentage de métaux « lessivés » dépend du type de cendres – d'incinération ou volantes. Les essais ont révélé que les métaux contenus dans les cendres d'incinération ne sont pas aussi solubles que ceux contenus dans les cendres volantes, en particulier les cendres volantes prélevées dans les dispositifs antipollution.

L'une des conclusions importantes des essais de caractérisation des cendres est que la solubilité de la plupart des métaux augmente avec l'acidité de l'eau. Cette solubilité dépend également du composé dont fait partie le métal; l'hydroxyde de plomb est très soluble, tandis que le silicate de plomb ne l'est pas.

Les essais révèlent que l'on peut éliminer les cendres d'incinération en les disposant en couche ou en les mettant dans une décharge ordinaire. Mais puisque les cendres volantes renferment beaucoup plus de métaux, il faudrait les traiter avant de les éliminer.

L'évaluation du traitement des cendres volantes

Pour trouver le meilleur moyen de traiter les cendres volantes, le Centre technique des eaux usées s'est mis à évaluer des procédés de solidification. Pour solidifier les cendres volantes, il faut en mélanger les déchets à des matériaux cimentants afin d'immobiliser et de solidifier les contaminants.

On a étudié divers procédés qui font appel à des agents tels que le ciment Portland de type II, la poussière de four à ciment, les laitiers de haut fourneau et les poussières de charbon. Les essais ont permis de déterminer quelles étaient les proportions optimales d'agents solidifiants à utiliser et à quel traitement préliminaire il fallait soumettre les cendres afin de réduire leur teneur en chaux (cette chaux excédentaire nuit à la durabilité du bloc solidifié).

Les résultats de ces premiers essais sont encourageants. En encapsulant les métaux dangereux, on peut les mettre en décharge sous forme de blocs solidifiés sans craindre que des métaux s'infiltrent dans le sol et contaminent la nappe phréatique.

Règlements

Les lignes directrices du CCME

Le fonctionnement et les émissions des incinérateurs

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement a publié un rapport intitulé *Lignes directrices relatives au fonctionnement et aux émissions des incinérateurs de déchets solides urbains*. Ces lignes directrices fondées sur les données du PEÉNI, couvrent la plupart des aspects liés à la conception, aux limites des émissions et aux conditions de fonctionnement d'un incinérateur. Elles ont été élaborées en tenant compte des meilleures techniques de dépollution de l'air disponibles et, le cas échéant, des normes de qualité de l'air plus rigoureuses en vigueur à l'échelle locale. On y recommande l'adoption d'une série de critères de conception et de fonctionnement.

Recommandations provisoires sur l'élimination des cendres

Le CCME s'est également penché sur la question de la gestion des cendres et a recommandé dans son rapport :

1. Que l'on soumette les cendres d'incinération et les cendres volantes de tout nouvel incinérateur à DSU à des essais physiques, chimiques, de lessivage et de conformité.
2. Que l'on utilise des systèmes fermés pour manipuler les cendres sèches afin de minimiser leur dispersion dans l'atmosphère et employer des récipients étanches pourvus de couvercles pour transporter les cendres refroidies.
3. Que l'on stocke et transporte les cendres d'incinération séparément des cendres volantes.
4. Que l'on enfouisse les cendres d'incinération dans une décharge ordinaire.
5. Que l'on traite les cendres d'incinération avant de les enfouir dans une décharge ordinaire.

Les recommandations relatives à l'élimination des cendres n'ont pas un caractère aussi définitif que celles qui se rapportent au fonctionnement des incinérateurs et au contrôle des émissions, car nous sommes loin d'en savoir assez sur les propriétés des cendres et les moyens de les éliminer en toute sécurité. C'est pourquoi Environnement Canada appuie toute recherche complémentaire liée à l'étude des cendres. Le PEÉNI continue donc d'étudier les caractéristiques des cendres provenant de divers types d'incinérateurs à DSU. Environnement Canada soutient également les efforts d'un groupe de travail international spécialisé sur les cendres (GTSC), efforts qui visent à compiler un traité sur les recherches en matière de cendres. Environnement Canada tiendra compte de l'information que lui fourniront le PEÉNI et le GTSC afin de mettre au point toute ligne directrice future sur la gestion des cendres.

La prochaine étape

Les essais du PEÉNI ont donné aux Canadiens et aux Canadiennes, et par ricochet au monde entier, une mine de renseignements sur le fonctionnement des incinérateurs de déchets solides urbains. Chaque essai donne lieu à de nouvelles constatations ou permet de corroborer ou infirmer de vieilles hypothèses.

Par exemple, les premiers tests effectués à Parkdale, à l'Île-du-Prince-Édouard, montrent qu'il est important de maintenir de bonnes conditions de fonctionnement pour minimiser les émissions nocives. À Québec, de simples réglages ont permis de réduire jusqu'à 99 % des émissions de dioxines, mettant en évidence la nécessité d'utiliser un incinérateur bien conçu. Les résultats des essais des dispositifs antipollution de l'incinérateur de Québec, corroborés par ceux obtenus à Hartford, ont montré qu'il était possible de réduire de façon spectaculaire les émissions nocives produites par un incinérateur de DSU en lui ajoutant un système épurateur-filtre en tissu.

Les données détaillées du PEÉNI, disponibles dans les publications du PEÉNI (consulter l'annexe B), permettront aux exploitants d'incinérateurs de DSU de maximiser le rendement de leurs équipements. Elles les encourageront également à améliorer leurs incinérateurs en y incorporant les dispositifs antipollution les plus modernes. En outre, les administrations fédérale et provinciales s'appuient de plus en plus sur les lignes directrices du CCME, formulées à partir des données du PEÉNI, pour fixer des normes rigoureuses sur les émissions produites par les incinérateurs de DSU.

Les données du PEÉNI sont sans équivoque : les techniques modernes peuvent réduire considérablement les émissions dangereuses et empêcher les composés nocifs des cendres de s'infiltrer dans la nappe phréatique. Mais aucune méthode d'élimination des déchets n'est sans risque pour l'environnement. Voilà pourquoi il est si important que tous les Canadiens pratiquent les 3 R, c'est-à-dire la réduction, la réutilisation et le recyclage des déchets. Le rôle que jouera le quatrième R – la récupération de l'énergie des déchets – dans la réalisation de l'objectif de réduire la quantité de déchets enfouis dans les décharges dépendra des Canadiens, des Canadiennes et de leurs élus. Mais il est maintenant possible d'entamer une discussion éclairée sur le sujet, car les données du PEÉNI, reconnaît-on à travers le monde, comblent une lacune importante qui nous empêchait de bien comprendre un moyen important de vider la poubelle de la planète.

Remerciements

Environnement Canada tient à remercier les gouvernements et l'industrie de l'appui qu'ils lui ont donné au cours de la réalisation du PEÉNI, notamment :

- Énergie, Mines et Ressources Canada – Groupe interministériel de recherche et d'exploitation énergétiques (GIREÉ)
- Approvisionnements et Services Canada
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario
- Ministère de l'Environnement du Québec
- Environmental Protection Agency (États-Unis)
- Prince Edward Island – Energy Corporation
- California Air Resources Board
- Connecticut Resource Recovery Authority
- Communauté urbaine de Québec
- Hakt Canada Ltd. (ABB)
- Combustion Engineering Inc. (ABB)
- Laboratoires d'Environnement Canada
  - Centre de technologie environnementale de River Road, Ottawa
  - Centre technique des eaux usées, Burlington

De plus, Environnement Canada remercie les centaines d'employés de soutien et de techniciens sans lesquels, au cours des six dernières années, il n'aurait pas été possible de réaliser le programme.

Annexe A : Polluants étudiés par le PEÉNI

Composés

BPC	Biphényles polychlorés
CB	Chlorobenzène
ClOT	Chlorures organiques totaux
CO	Oxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
CP	Chlorophénol
DDPC	Dibenzo-p-dioxine polychlorée p. ex. DDTC = dibenzo-p-dioxine tétrachlorée
DFPC	Dibenzo-p-furanne polychlorée p. ex. DFTC = dibenzo-p-furanne tétrachlorée
HAP	Hydrocarbure aromatique polycyclique
HCl	Chlorure d'hydrogène
HCT	Hycrocarbures totaux
HF	Fluorure d'hydrogène
NO_x	Oxydes d'azote
N_2	Azote
O_2	Oxygène
PST	Particules en suspension
SO_2	Anhydride sulfureux

Métaux

Ag	argent
Al	aluminium
As	arsenic
B	bore
Ba	baryum
Be	béryllium
Bi	bismuth
Ca	calcium
Cd	cadmium
Co	cobalt
Cr	chrome
Cu	cuivre
Fe	fer
Hg	mercure
K	potassium
Mg	magnésium
Mn	manganèse
Mo	molybdène
Na	sodium
Ni	nickel
P	phosphore
Pb	plomb
Sb	antimoine
Se	sélénium
Si	silicium
Sn	étain
Te	tellure
Ti	titane
V	vanadium
Zn	zinc

Annexe B : Publications du PEÉNI

Cette « vue d'ensemble » du travail du PEÉNI n'est en effet qu'un survol. Vous pouvez vous procurer sur demande les rapports détaillés des projets du PEÉNI ainsi que les enregistrements vidéos qui suivent :

Fiches d'information : (bilingues)

- N° 1 Le Programme d'essai et d'évaluation national des incinérateurs (renseignements généraux)
- N° 3 Flakt (techniques de dépollution)
- N° 4 Modernisation et évaluation de l'incinérateur de déchets non conditionnés de Québec

Lignes directrices relatives au fonctionnement et aux émissions des incinérateurs de déchets solides urbains (bilingue), CCME

Tous les rapports suivants sont disponibles en anglais, et quelques-uns le sont en français (comme l'indique leur titre).

Combustion à deux étapes (biphasée) Île-du-Prince-Édouard

EPS 3/UP/1 :	Vol. 1	Sommaire des essais
IP 44 :	Vol. II	Main Report
IP 44 :	Vol. III	Methodology
IP 44 :	Vol.IV	Detailed Results
		Peer Review

Techniques de dépollution – Flakt – Usine-pilote

EPS 3/UP/2	Vol. 1	Sommaire des techniques de dépollution
IP 63 :	Vol. II	Main Report
IP 63 :	Vol. III	Methodology
IP 63 :	Vol. IV	Detailed Results
IP 70 :	Vol. V	Assessment of Ash Leachability
(UAD) :	Vol. VI	Quality Assurance Report

Technique d'incinération de déchets non conditionnés (ville de Québec)

EPS 3/UP/5	Vol. 1	Sommaire des données et résultats
IP 82 :	Vol. II	Main Report
IP 82 :	Vol. III	Methodology
IP 82 :	Vol. IV	Detailed Results
IP 82 :	Vol. V	Assessment of Ash Leachability
IP 82 :	Vol. VI	Quality Assurance Report
IP 82 :	Vol. VII	Ash Solidification

Technique d'incinération de combustibles dérivés des déchets (Hartford, Connnecticut)

EPS	Vol. 1	Summary Report
IP :	Vol. II	Main Report
IP :	Vol. III	Methodology
IP :	Vol. IV	Detailed Data
IP :	Vol. V	Quality Assurance Report
IP :	Vol. VI	Assessment of Ash Leachability
IP :	Vol. VII	Ash Solidification

Autres rapports sur les cendres

IP 96	Ash Characterization for SWARU
IP 101	Ash Characterization for LVH
IP 103	Ash Solidification for LVH
IP 110	Ash Characterization for GVRD
IP	Ash Solidification for GVRD
IP	Ash Characterization for 3M
IP	Ash Characterization for Dayton

Vous pouvez également vous procurer les films VHS suivants :

- The Parkdale, Prince Edward Island, two-stage combustion incinerator
- Flakt Canada's pollution control system
- Quebec City mass-burning incinerator

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3